









UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DAS GEHIRN.

ABHANDLUNGEN

PHYSIOLOGISCHEN UND PATHOLOGISCHEN INHALTS

VON

DR. EDUARD HITZIG,

PRIVATDOCENT A. D. UNIVERSITAET BERLIN.

MIT HOLZSCHNITTEN.

BERLIN 1874.

VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.

68 UNTER DEN LINDEN.



SEINEM

LIEBEN VATER

DEM GEHEIMEN REGIERUNGS- UND BAURATH

FRITZ HITZIG

ZUM

8. APRIL 1874.

ALS

GEBURTSTAGSGRUSS.



Inhalt.

Einleitung.

Der in dem vorliegenden Buche behandelte Stoff hätte eine Eintheilung nach verschiedenen Principien zugelassen. Ich hielt die Verwandtschaft des Inhalts für das Wichtigste. Deshalb ist in der Reihenfolge dieser, zu einem Theile reproducirten Abhandlungen das chronologische Princip nur nebenher in Anwendung gebracht, und von einer, überdies ja nur künstlichen Trennung zwischen den physiologischen und pathologischen Untersuchungen ganz abgesehen worden.

So umfasst die erste Abtheilung die Abhandlungen I—V, in denen die, bis vor Kurzem unbestimmten Vorstellungen von der Localisation im Grosshirn eine greifbarere Gestalt erhalten; in der zweiten Abtheilung, bestehend aus den Nummern VI—VIII, habe ich die Aufmerksamkeit auf eine bisher viel zu wenig berücksichtigte Form der krankhaften Muskelthätigkeit, die abnormen Mitbewegungen zu richten gesucht; die dritte Gruppe IX—XI beschäftigt sich mit den Organen des Gleichgewichts. Der die einzelnen Theile des Werkes zusammenhaltende Kitt besteht in ihrer gemeinsamen Beziehung zu der centralen Innervation des Muskelsystems.

Der zwölfte Aufsatz gehört sachlich zur ersten Abtheilung. Er nimmt die letzte Stelle ein, weil ich mich erst spät, nach langem Schwanken zu seiner Publication entschloss. Nicht dass mir sein Inhalt an und für sich das leiseste Bedenken bereitet hätte. Aber ich wünschte die Fülle der aus diesen Beobachtungen fast von selbst erwachsenden Consequenzen durch eigene Arbeit in die mir vorschwebende Form zu bringen. Nun ich sehe, dass ich durch Obliegenheiten, deren Abwälzung mir nicht gelingen will, daran viel-

leicht auf lange gehindert sein werde, halte ich mich nicht für berechtigt, diese Gelegenheit zur Publication vorübergehen zu lassen.

Wie die Eintheilung konnte auch die anderweitige Behandlung der äusseren Form in Frage kommen. Die mitgetheilten Untersuchungen haben sich in mancher Beziehung auf neue Wege begeben. Selbstverständlich können diese nur Schritt für Schritt durchmessen werden; jede einzelne Aufgabe entspricht einem Theile des Weges, aber nicht einem Abschnitte; sie hat ihre Verbindungen nach vor- und rückwärts; das Ende entzieht sich dem Blicke. So gewinnt die Lösung jeder Aufgabe in der Form nicht den, als Endziel erstrebenswerthen Charakter der Abgeschlossenheit. Doch wird dieser Mangel meinen Bestrebungen von selbstständigen Forschern am Wenigsten zum Vorwurf gemacht werden. Denn nichts ist wohlfeiler und vielleicht auch mehr äusseren Gewinn bringend als die Unterdrückung der Zweifel, so dass das Bild für die grosse Menge bis auf Weiteres das Ansehen der Vollendung erhält.

Hierin liegen die Gründe, welche mich dazu bestimmten, die einzelnen Capitel in der Form der Abhandlung zu belassen, anstatt sie unter Herbeiziehung fremder Untersuchungen über die Verrichtungen des Gehirns zu einem, die Gestalt eines Lehrbuches annehmendem Werke zu verarbeiten. Für ein Solches scheint mir die Zeit weder bereits gekommen noch sobald zu erwarten. Und doch war es geboten, die Zugänglichkeit, mindestens des physiologischen Theiles dieser Abhandlungen, ohne Verzug zu vergrössern.

Man wird aus der dritten Abhandlung ersehen, wie leicht es einem Forscher durch Berufung auf unsere Untersuchungen geworden ist, Resultate in die Wissenschaft einzuführen, welche durch ganz fehlerhafte Anwendung ähnlicher Methoden gewonnen waren. Der Gedanke lag zu nahe, dass mancher Nacharbeiter nur den späteren Autor einsehen würde, da dieser ja die Annahme für sich hatte, auf Grund des früher Geleisteten Vollkommeneres in Methode und Resultaten zu bieten. Richtig ist diese fragmentarische Benutzung der Literatur freilich nicht, aber dafür um so häufiger, und aus dieser Erwägung ging die Wahl des Zeitpunktes für die, wie man begreifen wird, stets beabsichtigte Zusammenstellung meiner Untersuchungen hervor.

Wie wenig ich mich mit jener Befürchtung und der Berechnung freilich ebenso naheliegender Consequenzen getäuscht hatte, lehren zwei französiche Publicationen, für die mein kleines Werk doch nicht schnell genug gedruckt werden konnte. Beide haben das gemeinschaftlich, dass ihre Autoren unsere früheren Arbeiten nicht gelesen haben. Nichtsdestoweniger trägt die Eine derselben den Titel Critique expérimentale des travaux de MM. Fritsch, Hitzig, Ferrier. Sie ist von den Herren Carville und Duret in den Verhandlungen der Société de Biologie (Gazette médicale 1874 Nr. 2) publicirt, und soll beweisen, dass sich der elektrische Strom in der Masse des Gehirns verbreitet.

Der Leser wird schon aus der ersten, noch mehr aber aus der dritten Abhandlung ersehen, dass diese Bemühungen, was uns angeht, an eine falsche Adresse gerichtet sind. Da das Gehirn ein feuchter Leiter ist, so haben wir von vornherein geschlossen, dass es sich ebenso verhalten würde, wie alle anderen feuchten Leiter, und nach dieser Voraussetzung unsere Versuche und unsere Schlussfolgerungen eingerichtet. Wenn also die Herren Carville und Duret den Gegenstand ihrer Kritik zunächst hätten lesen wollen, so würden sie das Endresultat ihrer Untersuchungen überall als Prämisse benutzt gefunden haben.

Die andere, den Inhalt einer Thèse ausmachende Arbeit will unsere Untersuchungen wiederholen und deren Schlussfolgerungen widerlegen. Wenn die erste Absicht in irgend einem Punkte ausgeführt wäre, so würde sich über das Gelingen der zweiten discutiren lassen. Bis dahin halte ich aber jede Discussion für nutzlos.

Das Thema des ersten Theiles dieser Untersuchungen ist nicht nur wegen seiner Beziehungen zu allen Zweigen der theoretischen und praktischen Medizin von jeher Gegenstand allgemeineren Interesses gewesen. Vielmehr wurde ziemlich allseitig zugegeben, dass die Erkenntniss der Eigenschaften der Hirnrinde eigentlich wohl das unterste Fundament auch der Psychologie ausmachen solle, und in der That hat diese Wissenschaft nur ungern auf einen so erheblichen

Theil des physiologischen Materiales verzichtet. Wie gross aber das allgemein menschliche Bedürfniss nach einem Einblick in diese Vorgänge ist, das beweisen wohl am Besten die erstaunlichen äusseren Erfolge, welche die Phrenologie, trotz ihrer unwissenschaftlichen Methode, in weiten Kreisen gefeiert hat.

Ich habe deshalb einige Veranlassung darauf zu rechnen, dass die Discussion über den Sinn der mitgetheilten Thatsachen sich auf mancherlei Kreise erstrecken wird, ohne dass grade jeder Theilnehmer sich vorher die Mühe nahm, meinem Gedankengang überall nachzugehen; ohne dass mancher Andere geneigt wäre, die von mir, in dem Bestreben, mit der Deutung den Thatsachen nicht voranzueilen, gelassenen Lücken, in einer meinen eigenen Ideen homogenen Weise zu ergänzen. Vielleicht in Folge unausgesetzter Beschäftigung mit diesen Dingen ist es gekommen, dass ich eine bestimmte Auffassung für selbstverständlich genug hielt, um einer besonderen Auseinandersetzung entbehren zu können. Glücklicherweise überzeuge ich mich noch rechtzeitig, dass ich mich getäuscht habe, und kann so meinen Fehler durch einige einleitende, besonders den beiden ersten Abhandlungen geltende Worte wieder gut machen.

Meine Untersuchungen haben sich in einen principiellen Gegensatz zu der früher ziemlich allgemein acceptirten Flourens'schen Lehre gesetzt, dass die Hirnlappen mit ihrer ganzen Masse für die ungeschmälerte Ausübung ihrer Functionen eintreten, und dass es keinen gesonderten Sitz weder für die verschiedenen Fähigkeiten noch für die verschiedenen Wahrnehmungen gäbe. Daraus ist wohl bei Manchen die Meinung entstanden, als ob ich — ausgehend von den elektrisch reizbaren „Centren" — eine ähnliche Art von circumscripten Fähigkeitsheerden, wie die der Phrenologen in die Wissenschaft einführen wollte. Nichts kann irrthümlicher sein.

Grade die Art der elektrischen Reaction der Hirnrinde würde mich nie zu einer solchen Idee haben kommen lassen. Wenn ich die Stromstärke des wirklichen Zuckungsminimums aufsuche, reagirt nur die Stelle, wo meine Stecknadelkopf grosse Anode sitzt. Bei der geringsten Ortsveränderung verschwindet die Reaction. Könnte ich dieser Anode nun die Kleinheit einer Ganglienzelle geben, so würde das Verhältniss sich wohl kaum ändern. Dann wäre also

diese Ganglienzelle das wahre Centrum! Gegen die Widersinnigkeit, welche dieser Schluss herbeiführen würde, bedarf es keiner Beweise.

Man kann sich die ganze Rinde des grossen Gehirns in eine Zahl gleich grosser Felder zerlegt, und diese Felder sowohl unter sich als mit den Zusammenfassungen der grossen Ganglien durch Leitungen verbunden denken. Ihr Areal würde das materielle Substrat für alle die Kräfte bilden, deren Erscheinungsweise uns unter dem Namen psychische Functionen bekannt ist. Bis hierher geht die Ansicht Flourens' mit der Meinigen, welche in dieser Form wohl zuerst von Meynert ausgesprochen wurde, zusammen, von hier ab weichen die Ansichten auseinander.

Nach Flourens tritt die Gesammtheit des Grosshirns für alle Functionen ein, gesonderte Functionsheerde existiren nicht; wir würden also jedes einzelne Feld als ein kleines Grosshirn für sich zu betrachten haben. Wir würden mit jedem einzelnen Felde alle Sinneswahrnehmungen verrichten, alle Vorstellungen herleiten und alle Willensimpulse produciren können, und die complicirte, Solches vollbringende, jedem kleinsten Theile innewohnende Kraft würde etwas Specifisches, eine besondere Grosshirnkraft sein.

Nach meiner Auffassung ist die Einführung dieses Factors, mit dem sich schwer würde weiter rechnen lassen, nicht erforderlich. Ich nehme an, dass eine grössere oder geringere, vorläufig noch nicht abzugrenzende Zahl von Feldern, mit unter sich ähnlichen Fähigkeiten ausgestattet, zur Vollbringung des gleichen Zweckes zusammenwirkt, und lasse eine unbestimmte Zahl verschiedenen Zwecken dienender Complexe existiren.

Sehen wir nun zu, wie sich jede Einzelne dieser beiden Ansichten mit dem, was wir über die Lebensäusserungen des Grosshirns wissen, vereinigen lässt, so finden wir, dass die zuerst erläuterte doch nur einen geringen Theil der Erscheinungen deckt, während der anderen nichts widerspricht. Gehen wir von den einfachsten Verhältnissen, dem elektrischen Reizversuche aus, so reagirt das Substrat jener hypothetischen Grosshirnkraft an den verschiedensten Stellen des Gehirns verschieden, hier bewegt sich ein Arm, dort ein Bein, dort nichts. Nach jener Annahme müsste sich aber überall Alles oder nichts bewegen.

Ebenso entstehen zweifellos Paresen in Folge von Desorganisationen einzelner Felder der Rinde, während andere Felder ohne erkennbare motorische Symptome zu Grunde gehen. Dasselbe Resultat ergeben Lähmungsversuche, wegen deren ich den Leser noch besonders auf die höchst interessanten, in Virchow's Archiv vorgetragenen Untersuchungen Nothnagels verweise. Nach jener Annahme müssten Paresen bei Verletzung jedes einzelnen oder keines Feldes entstehen.

Trotz Allem, was man dagegen vorgebracht hat und vorbringt, gebührt endlich den Erfahrungen über Aphasie ein hervorragender Platz in dieser Beweisführung. Es ist durch eine jetzt kaum noch zu übersehende Casuistik festgestellt, dass dieses Symptom durch die Verletzung eines bestimmten Rindenbezirkes producirt wird. Wenn man nun gegen diese Erfahrungen anführt, dass auch die Verletzung anderer Hirntheile ähnliche oder gleiche Erscheinungen bedingt hat, so würde dies nur dann als ein Beweis gegen die Localisation im Grosshirn benutzt werden können, wenn man die Sprache als etwas Einfaches dargestellt hätte, und dieses Einfache, nach Analogie der Phrenologen, auf einem kleinen Bezirke alle Existenzbedingungen finden liesse. Aber selbst dann würden diese Erfahrungen noch gegen die Theorie von Flourens sprechen. Man würde mit ihnen doch nur zu dem Niemand erwünschten Schlusse kommen, dass die fragliche Fähigkeit bei neunzig Menschen in der dritten Stirnwindung und bei zehn vom Hundert an einer anderen Stelle ihren Sitz habe, nicht aber dass sie auf jedem einzelnen Felde erwüchse.

Nimmt man aber an, dass die Wortbildung etwas Complicirtes, auf regelrechtes Zusammenwirken mehrerer Complexe von Feldern Angewiesenes sei, so werden die Ausnahmen neben der Regel verständlich. In diesem Falle würde die Trennung sämmtlicher oder der wesentlichen Verbindungen zwischen je zwei Complexen analoge Erscheinungen bedingen können, wie die Vernichtung des Einen von ihnen, oder was dasselbe sagen will, wie die Abtrennung seiner Bahnen nach der Peripherie.

In ganz ähnlicher Weise lässt man auch die Entstehung willkürlicher Bewegungen oder besser Handlungen vor sich gehen.

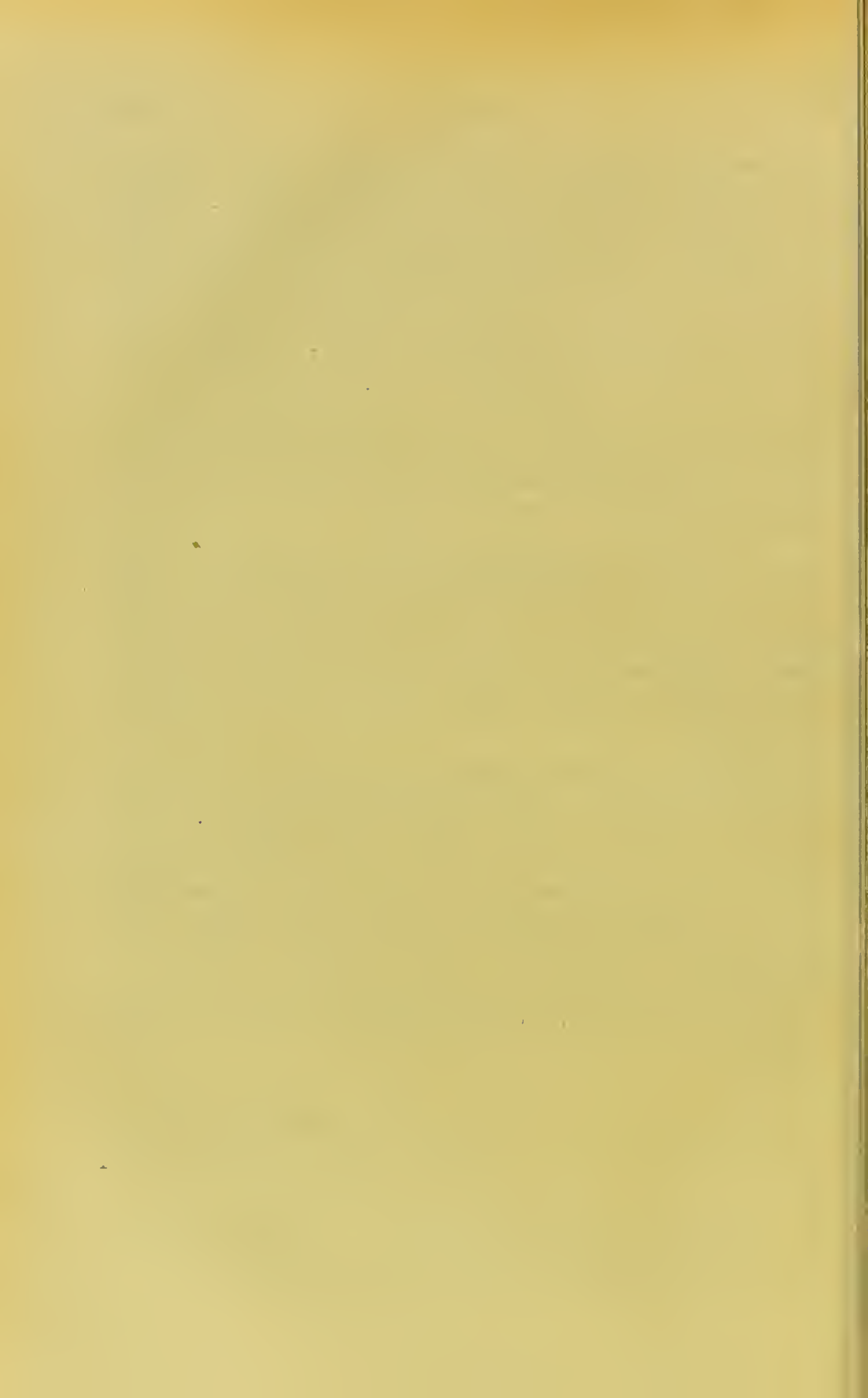
Jede Handlung, auch die fast mechanische, kann auf frühere und

gegenwärtige Sinneseindrücke zurückgeführt werden. Aus der Summe der durch die ursprüngliche Thätigkeit der Sinnesorgane im weiteren Sinne gebildeten Vorstellungen erwächst der die Bewegung zur Folge habende Trieb. Die Bewegungen wurzeln insofern in den eigentlichen Feldern der Sinnesfläche, und ich könnte mir demnach vorstellen, dass ein Bewegungscentrum selbst intact und doch durch Isolirung von den zusammenwirkenden Factoren ausser Function gesetzt ist. Ja ich würde es nicht erstaunlich finden, wenn namentlich an psychisch niederen Thieren nachgewiesen würde, dass die Zerstörung einer als reine Sinnesfläche erkannten Region eine Bewegungsstörung mit herbeizieht, ohne dass je die Reizung derselben Stelle zu einer Bewegung geführt hätte.

Am einfachsten zu erklären ist endlich der Umstand, dass bestimmte Stellen auf Eingriffe reizender oder lähmender Art leichter antworten als andere. Was auch immer auf der Hirnrinde geschehen möge, es muss centrifugale und centripetale Bahnen zur Verfügung haben. Knotenpunkte dieser Bahnen werden die Folgen des Eingriffes leichter, alle anderen Partieen schwerer in die Erscheinung treten lassen. —

Mit diesen und meinen früheren Ausführungen wünsche ich mich weder in das Lager der Materialisten noch in das der Idealisten zu begeben. Man kann so sehr Idealist sein als man will, immer bleiben Organe, in welchen die scheinbar über Allem schwebende Seele arbeitet, eine Forderung der Vernunft. Unserer Beschäftigung mit den nächsten körperlichen Verrichtungen dieser Organe, wolle der Leser seine wohlwollende Theilnahme schenken. Betrachtungen, ob das darüber Schwebende die unsterbliche Seele oder eine, auch anderer Erscheinungsweisen fähige Naturkraft sei, überlassen wir Anderen.

Der Verfasser.



I.

Ueber die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns.[1])

Die Physiologie vindicirt allen Nerven als eine nothwendige Bedingung des Begriffes die Eigenschaft der Erregbarkeit, d. h. die Fähigkeit, mit ihrer specifischen Energie auf alle Einflüsse zu antworten, durch welche ihr Zustand in einer gewissen Geschwindigkeit geändert wird. Nur für die Centraltheile des Nervensystems herrschen andere, freilich nur in wenigen Punkten allgemein acceptirte Ansichten. Es würde zu weit führen und auch dem speciellen Zweck der gegenwärtigen Arbeit nicht dienen, wenn wir aus der ungeheuren einschlägigen Literatur auch nur die uns zuverlässig scheinenden Resultate anführen wollten, welche durch die Reizversuche an allen einzelnen Theilen des Centralnervensystems gewonnen sind. Während jedoch rücksichtlich der Erregbarkeit der den Hirnstock zusammensetzenden Organe durch andere als die organischen Reize die grösste Meinungsverschiedenheit besteht, während in neuester Zeit ein heftiger Streit über die Erregbarkeit des Rückenmarkes entbrannt ist, hat seit dem Anfang des Jahrhunderts die Ueberzeugung ganz allgemein Platz gegriffen, dass die Hemisphären des grossen Gehirns durch alle den Physiologen geläufigen Reize absolut unerregbar seien. —

1) Diese Abhandlung wurde zuerst gedruckt in Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1870, Heft 3. Die in derselben erwähnten Versuche wurden gemeinschaftlich mit Herrn Dr. G. Fritsch, Privatdocenten an der hiesigen Universität angestellt und publicirt.

Haller und Zinn[1]) freilich wollten bei Verletzung der Marksubstanz des Grosshirns convulsivische Bewegungen gesehen haben. Indessen war man zu jener Zeit an eine strenge Begrenzung der angewandten Reize, welche freilich am Gehirn fast unübersteiglichen Hindernissen begegnet, zu wenig gewöhnt, als dass diese Angaben später Glauben gefunden hätten. Vielmehr ist es, wie schon Longet bemerkt, wahrscheinlich, dass jene Experimentatoren mit ihren Instrumenten bis zur Medulla oblongata vorgedrungen waren.

Longet[2]) selbst aber spricht sich hierüber folgendermassen aus: „Sur des chiens et des lapins, sur quelque chevreaux, nous avons „irrité avec le scalpel la substance blanche des lobes cérébraux; nous „l'avons cautérisée avec la potasse, l'acide azotique etc., nous y avons „fait passer des courants galvaniques en tout sens, sans „parvenir à mettre en jeu la contractilité musculaire in-„volontaire, à développer des secousses convulsives: même résultat „négatif, en dirigeant les mêmes agents sur la substance grise ou „corticale.“

Zu den gleichen Resultaten führten die Vivisectionen von Magendie[3]).

Auf die übrigens ziemlich gleichlautenden Schlüsse von Flourens, welche sich auf Ergebnisse von Durchschneidungen und Abtragungen stützten, werden wir in der Folge einzugehen haben.

Auch Matteucci[4]) fand das grosse und kleine Gehirn des Kaninchens gegen elektrische Reize vollkommen unerregbar.

Van Deen[5]), mit dessen Namen man in neuerer Zeit die Lehre von der Unerregbarkeit der Cerebrospinalcentra verknüpft hat, ging in seinen Schlüssen noch beträchtlich weiter als alle Experimentatoren vor ihm und die meisten nach ihm. Während man früher neben

---

1) Mémoires sur la nature sensible et irritable du corps animal. Lausanne 1756, t. I, p. 201 et suiv.

2) Anatomie et physiologie du système nerveux de l'homme et des animaux vertébrés. Paris 1842. t. I. p. 644 u. a. and. O.

3) Leçons sur les fonctions et les maladies du système nerveux. Paris 1839, t. I. p. 175 u. a. and. O.

4) Traité des phénomènes électrophysiologiques des animaux. Paris 1843, p. 242.

5) Moleschott's Untersuchungen etc. Bd. VII, H. IV, S. 381.

dem Rückenmarke wenigstens einigen basalen Hirntheilen die Eigenschaft der Erregbarkeit gelassen hatte, sprach er dieselbe dem ganzen Centralnervensystem auf Grund seiner, für das Kaninchen übrigens höchst mangelhaft beschriebenen Versuche, gänzlich ab.

Desgleichen sah Eduard Weber[1]) bei Experimenten mit dem Rotationsapparate am Grosshirn der Frösche keine Muskelzuckungen eintreten.

Budge[2]), der auch selbst eine äusserst grosse Zahl von Säugern opferte, spricht sich, abgesehen von vielen anderen ähnlich lautenden Stellen, folgendermassen aus:

„Wenn man nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft „schliessen darf, dass in einem Nerventheile, in welchem nach einer „Reizung keine Zuckungen eintreten, die Bewegungsfasern fehlen, so „kann man mit der grössten Bestimmtheit behaupten, dass nicht „eine einzige Faser solcher Nerven, die zu willkürlichen Muskeln „hingehen, in den Hemisphären des grossen Gehirns verlaufe. Nicht „ein einziger Beobachter sah Bewegung solcher Muskeln nach Rei„zung der genannten Centraltheile."

Endlich führen wir noch die Meinung Schiff's[3]), eines der erfahrensten Vivisectoren an:

„Dass die Reizung der Hirnlappen, der Streifenhügel und des „kleinen Gehirns keine Spur von Zuckung in allen freien Körper„muskeln hervorruft, kann ich nach der Angabe vieler Forscher „bestätigen. Auch die Eingeweide blieben bei der Reizung dieser „Theile ruhig, wenn ich — wie dies bei solchen Versuchen unum„gänglich nöthig ist — die Circulation erhalten hatte."

Man sieht, auch in einer anderen Wissenschaft als der Physiologie dürfte es kaum eine Frage geben, über die die Ansichten so übereinstimmend lauteten, die so vollkommen abgeschlossen schien, als die Frage von der Erregbarkeit der Grosshirnhemisphären. Uebrigens wäre es ein Leichtes, noch mehr gleichlautende Citate zu häufen, wenn dies irgend einen Nutzen verspräche.

---

1) R. Wagner's Handwörterbuch d. Physiol., Bd. III, Abthl. II, S. 16.
2) Untersuchungen über das Nervensystem. Frankf. a. M. 1842. H. II. S. 84.
3) Lehrb. der Physiologie des Menschen. Lahr 1858—59. Bd. I. S. 362.

Nur ein Autor neben Haller und Zinn hat, so viel uns bekannt geworden, etwas Abweichendes gesehen, und dessen Angabe erregte bei Eckhard[1]), der die Thatsache citirt, so wenig Glauben, dass er Namen und Quelle verschweigt. Die betreffende Stelle lautet: „Bei scheibenweiser Abtragung der vorderen Gehirnlappen giebt „man an, lebhafte Bewegungen in den Vorderbeinen gesehen zu „haben.“ An und für sich ist dies freilich nicht viel; denn man kann daraus nicht ersehen, wie der Versuch angestellt ist. Wäre er indessen mit den nöthigen Cautelen angestellt, so würde er ein wichtiges Princip beweisen, das Princip, dass man durch irgend einen Reiz, sei es der des Scalpells, oder der des Sauerstoffs, oder der des Bluts von den Vorderlappen aus Bewegungen willkürlicher Muskeln hervorbringen kann. Jedenfalls scheint dieser vereinzelten Beobachtung von keiner Seite weitere Folge gegeben zu sein; denn jene Stelle bei Eckhard ist die einzige von ihr hinterlassene Spur.

Ehe wir nun zu unseren eigenen Versuchen übergehen, ist es erforderlich, diejenige Ansicht über die motorischen Vorgänge in den Centralorganen darzulegen, welche sich in Folge der oben erwähnten Versuche und der berühmten Hirnabtragungen von Flourens[2]) herangebildet hatte.

Diesem geistreichen und glücklichen Forscher gelang es, durch Anwendung wenigstens möglichst reiner Methoden zu Resultaten zu gelangen, die als Basis für fast alle hierher gehörigen später gewonnen Kenntnisse betrachtet zu werden verdienen.

Nach zahlreichen Abtragungen des Grosshirns, die meist an Vögeln, doch auch an Säugethieren vorgenommen waren, sah Flourens alle Zeichen des Willens und des Bewusstwerdens der Empfindungen verlöschen; während gleichwohl durch von Aussen eindringende Reize nun ganz maschinenmässig gewordene Bewegungen in allen Körpermuskeln ausgelöst werden konnten. Solche Thiere halten sich sehr wohl auf ihren Füssen, sie laufen, wenn man sie anstösst, Vögel fliegen, wenn man sie in die Luft wirft, sie wehren

---

1) Experimentalphysiologie des Nervensystems. Giessen 1867, S. 157.

2) Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés. 2ème édit. Paris 1842.

sich wenn man sie neckt, sie verschlucken in den Mund gebrachte Gegenstände und auch die Iris contrahirt sich auf den Lichtreiz. Niemals aber treten solche Bewegungen ohne Einwirkung eines äusseren Reizes ein. Des Grosshirns beraubte Thiere sitzen stets wie in sich versunken, wie schlafend da, und man ändert nichts an diesem Zustande, setzte man sie auch dem Verhungern nahe auf einen Berg von Nahrungsmitteln.

Flourens schloss hieraus, dass die Grosshirnhemisphären nicht der Sitz des unmittelbaren Princips (principe immédiat) der Muskelbewegungen, aber der einzige Sitz des Willens und der Empfindungen seien[1]).

So befriedigend diese Versuchsreihe und die aus ihr gezogenen Schlüsse nun auch scheinen, so wenig lassen sich die gleich anzuführenden ferneren Resultate und Schlüsse Flourens mit auf anderen Wegen gewonnenen Erfahrungen vereinigen.

Wenn Flourens Thieren nur eine Hemisphäre abtrug, so wurden sie zwar auf dem Auge der gegenüber liegenden Seite blind, sie behielten aber ihre volle Willensherrschaft über sämmtliche willkürliche Muskeln und nach Ueberwindung einer nicht einmal immer auftretenden Schwäche der gegenüberliegenden Körperhälfte unterschieden sie sich in nichts von nicht verstümmelten Thieren. Wenn er ferner anderen Thieren das Grosshirn scheibenweise, sei es von vorn nach hinten oder von hinten nach vorn, sei es von oben nach unten oder von aussen nach innen, abtrug, so bemerkte er unter allen diesen Bedingungen eine gleichmässige, allmählige Abnahme der sinnlichen Wahrnehmungen und des Willens. Ueberschritt er aber eine gewisse Grenze, so waren plötzlich alle diese der Seele zugeschriebenen Eigenschaften auf einmal erloschen und das Thier versank in den geschilderten traumhaften Zustand.

Ja noch mehr, wenn er mit der Abtragung an jener Grenze innehielt, so erlangte das Thier innerhalb weniger Tage die schon verlorenen Fähigkeiten wieder und konnte dann noch lange mit denselben seelischen Eigenschaften fortexistiren, als wenn es nichts von seiner Gehirnsubstanz eingebüsst hätte. Flourens schloss hier-

1) A. a. O. S. 35.

aus[1]), dass die Hirnlappen mit ihrer ganzen Masse für die ungeschmälerte Ausübung ihrer Functionen eintreten, und dass es keinen gesonderten Sitz, weder für die verschiedenen Fähigkeiten, noch für die verschiedenen Wahrnehmungen gäbe. Er schloss ferner, dieses im Widerspruch mit dem ersten Schlusse, dass ein zurückgelassener Theil der Hemisphären den vollen Gebrauch sämmtlicher Functionen wiedererlangen könne.

Am auffallendsten unter allen angeführten Versuchen ist jedenfalls der a. a. O. S. 101 unter II. beschriebene. Hier hatte Flourens einer Taube offenbar die ganze erreichbare Rinde des Grosshirns beider Seiten, also den gangliösen Theil abgetragen, den Theil, welchen man noch immer als den wesentlichen, als den die ersten Werkzeuge der Seele bergenden zu betrachten gewohnt war. Nichtsdestoweniger begann diese Taube schon vom 3. Tage an ihre seelischen Functionen wieder auszuüben, und am 6. Tage hatte sie Alles wiedererlangt, was ihr durch die Operation gänzlich genommen schien. — Gleichwohl hat man diese Versuche oder ihre Anwendbarkeit auf höhere Thiere noch wenig oder nicht angegriffen, und noch Schiff[2]) referirt darüber in demselben Sinne; wenn auch dieser Forscher wohl auf zu Tage liegende Verschiedenheiten in Bau und Function zwischen Thier- und Menschenhirn aufmerksam macht.

Es hatte sich also nach diesen und späteren, nur ausbauenden Forschungen etwa folgende Ansicht über die centralen Stätten der Muskelbewegung gebildet:

In den meisten Theilen des Hirnstammes, dann auch hinab bis in das Rückenmark giebt es eine Anzahl von vorgebildeten Mechanismen, die einer normalen Erregung in ihrem Ganzen auf zwei Bahnen fähig sind. Die Eine verläuft von der Peripherie aus — die Bahn des Reflexes; die Andere strahlt vom Centrum her ein — die Bahn des Willens, der seelischen Impulse. Dieses Centrum liegt vermuthlich in der gangliösen Substanz der Grosshirnhemisphären, ohne dass jedoch die einzelnen Theile

1) A. a. O. S. 99. u. 101.
2) A. a. O. S. 336.

des psychischen auf die einzelnen Theile des organischen Centrums localisirt wären. Aber seine Erforschung, die Erforschung des wahrscheinlichen Sitzes, oder doch der nächsten Werkzeuge der Seele bleibt uns zunächst verschlossen, da das Substrat auf die uns geläufigen Reize mit keiner in die Erscheinung tretenden Reaction antwortet[1]. — Was gegen diese Anschauungen von Seiten der klinischen Beobachtung etwa eingewendet werden konnte, wurde mit dem vielfach nicht ungerechten Hinweis auf die Mangelhaftigkeit und Vieldeutigkeit der Sectionen und auf die Einfachheit und Durchsichtigkeit jener Vivisectionen bald abgefertigt. Man führte endlich Fälle von angeborenem oder erworbenem Defect einzelner Hirnpartieen ohne entsprechende Störung cerebraler Functionen zum Beweise an, wie unwesentlich doch das Hirn zum Leben sei.

Diese Anschauungen wurden selbst durch eine Reihe wohl constatirter, andere Verhältnisse voraussetzender Thatsachen nur in beschränkten Kreisen allmählig modificirt. Seit lange (1825) war durch Bouillaud bekannt, dass der jetzt Aphasie benannte Symptomencomplex durch Zerstörung einer kleinen excentrischen Grosshirnpartie bedingt werden kann. In neuerer Zeit haben zahlreiche Autoren zur näheren Definirung dieses Satzes beigetragen. — Es existirt ferner eine nicht geringe Zahl von Fällen in der Literatur, die im Leben Lähmung eines Armes, auch wohl eines Beines, bei der Section kleine Desorganisationen des Grosshirns zeigten. Leider ist aus den durch Andral[2]) von seiner bekannten Zusammenstellung gezogenen Summen nicht zu ersehen, wie viel derartige Fälle auf das Grosshirn selbst und wie viele auf seine grossen Ganglien kommen. Indessen muss man sich vollkommen dem anschliessen, was er am Ende dieser Betrachtung sagt:

„De ces faits comment ne pas conclure, que dans l'état actuel „de la science on ne peut encore assigner dans le cerveau un siège „distinct aux mouvemens des membres supérieur et inférieur? Sans

---

1) Vgl. hierzu die neuesten Lehrbücher der Physiologie, z. B. Ranke, Grundzüge u. s. w., S. 750 ff.; — L. Hermann, Grundriss u. s. w. 3. (übrigens auch 4.) Aufl. 1870. S. 426 und 436 f. u. s. w.

2) Clinique médicale. Paris 1834. T. V. p. 357 et suiv.

„doute ce siège distinct existe, puisque chacun de ces membres peut „se paralyser isolément, mais nous ne le connaissons point encore.“

Dem wäre nur noch hinzuzufügen, dass man von den das Corp. striat. und den Thalam. optic. betreffenden Fällen abzusehen hat, sobald man diese Statistik zur Bestimmung des ersten Enstehungsortes der ausgefallenen Bewegung verwenden will, da in diesen beiden grossen Ganglien bereits Leitungsbahnen von den Hemisphären zur Peripherie gelagert sind. — Solche Thatsachen wiesen allerdings darauf hin, dass der Ursprung wenigstens einzelner seelischer Functionen an umschriebene Hirntheile geknüpft ist. Zu dem gleichen Schlusse kam auch Goltz dadurch, dass er bei Fröschen, denen er das Grosshirn exstirpirt hatte, noch einen an die Lobi optici gebundenen Rest von Intelligenz nachwies.

Ebenso nahmen auch einzelne Anatomen, unter denen besonders Meynert genannt zu werden verdient, auf Grund morphologischer Untersuchungen einen von der herrschenden Meinung durchaus abweichenden, aber ganz entschiedenen Standpunkt ein. Nach Meynert zerfällt allerdings die als Heerd der Vorstellungen zu betrachtende Grosshirnrinde in viele mehr weniger umschriebene Gebiete, deren Bedeutung für die einzelnen Arten der Vorstellungen durch die in ihre Ganglienzellen einmündenden Nervenfasern seines sogenannten Projectionssystems bedingt wird.

Inzwischen werden durch die Resultate unserer eigenen Untersuchungen die Prämissen für viele auf die Grundeigenschaften des Grosshirns zu ziehende Schlüsse nicht wenig verändert.

Den Ausgangspunkt für diese Untersuchungen bildeten Beobachtungen, welche ich am Menschen zu machen Gelegenheit hatte[1]), und die die ersten durch directe Reizung der Centralorgane am Menschen hervorgebrachten und beobachteten Bewegungen willkür-

---

1) Vgl. meine Abhandlung: Ueber die beim Galvanisiren des Kopfes entstehenden Störungen der Muskelinnervation und der Vorstellungen vom Verhalten im Raume.

licher Muskeln betreffen. Ich fand nämlich, dass man bei Durchleitung constanter galvanischer Ströme durch den hinteren Theil des Kopfes mit Leichtigkeit Bewegungen der Augen erhält, die ihrer Natur nach nur durch directe Reizung cerebraler Centren ausgelöst sein können. Insoweit nun diese Bewegungen nur bei Galvanisirung jener Kopfgegend auftreten, konnte man sie als bedingt durch Reizung der Vierhügel, worauf Manches hinwies, oder benachbarter Theile betrachten. Da indessen bei Anwendung gewisser, die Erregbarkeit erhöhender Kunstgriffe sich solche Augenbewegungen auch bei Galvanisirung durch die Schläfengegend zeigten, entstand die Frage, ob bei der letzteren Methode bis zur Basis vordringende Stromschleifen die Veranlassung der Augenbewegungen seien, oder ob das Grosshirn im Widerpruch mit der allgemeinen Ansicht doch elektrische Erregbarkeit besässe.

Nachdem mir ein vorläufiger Versuch ein rücksichtlich des Kaninchens generell positives Resultat ergeben hatte, schlug ich in Gemeinschaft mit Herrn Fritsch zur definitiven Lösung der letzteren Frage, den folgenden Weg ein.

Den bei den ersten Versuchen nicht narkotisirten, später aber narkotisirten Thieren, Hunden, wurde durch eine Trepankrone der Schädel an einer möglichst planen Stelle eröffnet. Dann wurde mit einer schneidenden, vorn gerundeten Knochenzange entweder die eine ganze Hälfte des Schädeldachs oder nur dessen den Vorderlappen bedeckender Theil entfernt. In den meisten Fällen wurde nach Benutzung der einen Hemisphäre mit der anderen Hälfte des Schädeldachs in genau derselben Weise verfahren. In allen diesen Fällen liessen wir jedoch, nachdem uns einmal ein Hund aus einer leichten Verletzung des Sin. longitud. verblutet war, eine diesen Blutleiter schützende mediane Knochenbrücke vollkommen intact. Nun wurde die bis dahin unversehrte Dura leicht indicirt, mit der Pincette erfasst und bis zu den Knochenrändern vollständig abgetragen. Hierbei schon äussern die Hunde durch Schreien und charakteristische Reflexbewegungen lebhaften Schmerz. Später aber, wenn der Luftreiz erst längere Zeit eingewirkt hat, werden die Reste der harten Hirnhaut noch bei Weitem empfindlicher, ein Umstand, der bei Anordnung der Reizversuche auf das Sorgfältigste in Betracht gezogen

werden musste. Die Pia konnten wir jedoch durch mechanische oder irgend welche andere Reize in jedem Grade beleidigen, ohne dass das Thier ein Zeichen von Empfindung von sich gab.

Die elektrischen Reizvorrichtungen waren in folgender Weise angeordnet: die Pole einer Kette von 10 Daniell gingen über einen Commutator nach zwei Klemmschrauben einer Pohl'schen Wippe, aus der das Kreuz entfernt war. An den beiden gegenüberliegenden Klemmschrauben mündeten die den Strom einer secundären Inductionsspirale zuführenden Leitungsdrähte. Von dem mittleren Klemmschraubenpaar führten zwei Drähte zu einem als Nebenschliessung eingeschalteten Rheostaten von 0—2100 S. E. Widerstand. Die Hauptschliessung setzte sich über einen du Bois'schen Schlüssel zu zwei kleinen, isolirten, walzenförmigen Klemmschrauben fort, die andererseits die Elektroden in Gestalt von sehr feinen, vorn mit einem ganz kleinen Knöpfchen versehenen Platindrähten trugen. Diese Platindrähte liefen durch zwei Korkstückchen, deren vorderes sie nicht parallel, sondern in einem kleinen Winkel durchbohrten, so dass die Knöpfchen durch eine leichte Verschiebung schnell ihre Entfernung von einander ändern konnten. In der Regel betrug diese Entfernung etwa 2—3 Mm. Es war nothwendig, den Platindrähten einen nur geringen mechanischen Widerstand und die Knöpfchen zu geben, da sonst jede Unsicherheit der Hand, ja selbst die Respirationsbewegungen des Gehirnes sofort zu Verletzungen der weichen Masse des Centralorganes geführt hätten.

Die benutzte Kette bestand aus Siemens-Halske'schen Pappelementen, die nach einer früher angestellten Untersuchung nicht die volle elektromotorische Kraft eines Daniell und je einen Widerstand von etwa 5 S. E. hatten. In der Regel war der Widerstand der Nebenschliessung nur niedrig, nämlich auf 30—40 S. E. bemessen. Die Stromstärke war dabei so gering, dass metallische Schliessung nur eben eine Gefühlssensation auf der mit den Knöpfchen berührten Zunge hervorrief. Beträchtlich höhere Stromstärken, sowie die Ausschaltung der Nebenschliessung wurden nur zu Controllversuchen benutzt. — Bei den übrigens viel seltener vorgenommenen Reizversuchen mit dem Inductionsstrome hing der Widerstand der Nebenschliessung natürlich von der jedesmaligen Spiralenstellung ab. Wir benutzten

zu den meisten Versuchen ebenfalls einen Strom, der gerade eine Gefühlssensation auf der Zunge hervorbrachte. —

Unter Anwendung dieser Methode gelangten wir zu folgenden Resultaten, die wir als Ergebniss einer sehr grossen Zahl für das Gehirn des Hundes grösstentheils bis in die kleinsten Einzelheiten übereinstimmender Versuche vortragen, ohne alle Versuchsprotocolle selbst abzudrucken. Bei der gegebenen genauen Beschreibung der Methode und bei Berücksichtigung der noch im Folgenden zu erwähnenden Momente, ist die Wiederholung unserer Versuche ohnedies so leicht, dass Bestätigungen nicht lange werden auf sich warten lassen. —

Ein Theil der Convexität des grossen Gehirnes des Hundes ist motorisch (diesen Ausdruck im Sinne von Schiff gebraucht) ein anderer Theil ist nicht motorisch.

Der motorische Theil liegt, allgemein ausgedrückt, mehr nach vorn, der nicht motorische liegt nach hinten. — Durch elektrische Reizung des motorischen Theiles erhält man combinirte Muskelcontractionen der gegenüberliegenden Körperhälfte.

Diese Muskelcontractionen lassen sich bei Anwendung ganz schwacher Ströme auf bestimmte, engbegrenzte Muskelgruppen localisiren. Auf stärkere Ströme betheiligen sich bei Reizung der gleichen oder sehr benachbarter Stellen sofort andere Muskeln und zwar auch Muskeln der correspondirenden Körperhälfte. Die Möglichkeit isolirter Erregung einer begrenzten Muskelgruppe ist indessen bei Anwendung ganz schwacher Ströme auf sehr kleine Stellen, die wir der Kürze wegen Centra nennen wollen, beschränkt. Ganz geringe Verschiebung der Elektroden setzt zwar in der Regel noch die gleiche Extremität in Bewegung; wenn indessen zuerst z. B. Streckung erfolgte, so ergiebt die Verschiebung Beugung oder Rotation. Die zwischen den von uns so bezeichneten Centren liegenden Theile der Hirnoberfläche fanden wir zwar bei der beschriebenen Reizmethode und bei Verwendung der minimalen Stromstärke unerregbar. Wenn wir indessen entweder die Entfernung der beiden Elektroden von einander oder die Stromstärke vergrösserten, so liessen sich dennoch Zuckungen hervorbringen;

aber diese Muskelcontractionen ergriffen den ganzen Körper derart, dass sich nicht einmal wohl unterscheiden liess, ob sie einseitig oder doppelseitig waren.

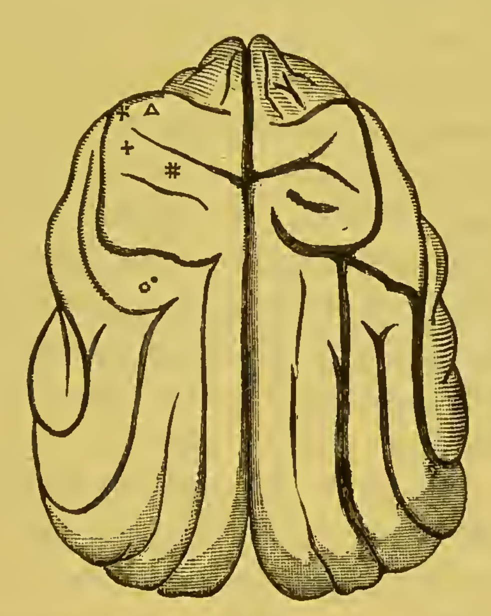
Beim Hunde ist die Oertlichkeit der bald näher zu bezeichnenden Centra sehr constant. Die genaue Constatirung dieser Thatsache unterlag zuerst einigen Schwierigkeiten. Wir haben dieselben indessen dadurch beseitigt, dass wir zuerst diejenige Stelle aufsuchten, die bei der geringsten noch erregenden Stromstärke die stärkste Zuckung der betreffenden Gruppe ergab. Dann senkten wir eine Stecknadel zwischen den beiden Elektroden in das Gehirn des noch lebenden Thieres ein und verglichen nach Herausnahme des Gehirns die einzelnen so markirten Punkte mit denen der Spirituspräparate früherer Versuche. Wie constant die gleichen Centra gelagert sind, ergiebt sich am besten aus der Thatsache, dass es uns zu wiederholten Malen gelungen ist, das gewollte Centrum ohne anderweite Eröffnung des Schädels im Mittelpunkt einer einzelnen aufgesetzten Trepankrone zu finden. Nach Abtragung der Dura zuckten die von dort abhängigen Muskeln mit derselben Sicherheit, als wenn die ganze Hemisphäre freigelegt gewesen wäre. Im Anfang freilich hatten wir auch bei ganz freiem Operationsfelde grössere Schwierigkeiten. Denn wenn auch freilich, wie bekannt, die einzelnen Hirnwindungen ganz constant sind, so zeigt doch ihre Entwickelung in ihren einzelnen Theilen und ihre Lagerung zu einander bedeutende Verschiedenheiten. Es findet sich sogar eher als Regel, wie als Ausnahme, dass die correspondirenden Gyri der beiden Hemisphären desselben Thieres in einzelnen Theilen verschieden gebildet sind. Ausserdem ist einmal die mittlere Partie der Convexität mehr entwickelt, ein anderesmal sind es die nach vorn oder nach hinten gelagerten Theile [1]). Rechnet man dazu die Nöthigung dem Gehirn in nicht geringer Ausdehnung seine Hüllen zu lassen, ferner die Verdunkelung des Bildes durch die jedesmal andere, aber die Gyri manchmal sehr undeutlich machende Gefässvertheilung, so wird man sich, wenn es nun leicht geht, über die anfänglich von uns gefundenen Schwierigkeiten nicht gerade wundern.

1) Vgl. hierzu auch Reichert: Der Bau des menschl. Gehirns. Leipzig 1861, Abthl. II. S. 77.

Um die Wiederholung unserer Versuche ferner zu erleichtern, geben wir nachstehende genauere Daten über die Oertlichkeit der einzelnen motorischen Centra, wobei wir uns der Nomenclatur von Owen[1]) anschliessen.

Das Centrum für die Nackenmuskeln (s. △ Fig. 1) liegt im lateralen Theile des praefrontalen Gyrus, dort wo die Oberfläche dieser Windung den steilen Abfall nach unten nimmt. Das äusserste Ende des postfrontalen Gyrus birgt in der Gegend des lateralen Endes der frontalen Fissur (s. ⸭ Fig. 1) das Centrum für die Ex-

Fig. 1.



tensoren und Adductoren des Vorderbeines. Etwas nach rückwärts davon und mehr der Coronalfissur genähert (s. + Fig. 1) liegen die der Beugung und Rotation des Gliedes vorstehenden Centralgebiete. Die Stelle für das Hinterbein (s. # Fig. 1) befindet sich ebenfalls im postfrontalen Gyrus, aber medianwärts von der für das Vorderbein und etwas mehr nach hinten. Der Facialis (s. ⚬ Fig. 1) wird von dem mittleren Theile des supersylvischen Gyrus innervirt. Die betreffende Stelle übertrifft häufig an Ausdehnung 0,5 Cm. und erstreckt sich von der Hauptknickung oberhalb der sylvischen Furche aus nach vor- und abwärts.

1) On the anatomy of vertebrates. Vol. III. London 1868, p. 118.

Wir müssen hinzufügen, dass es nicht in allen Fällen gelang von der erstgenannten Stelle aus die Nackenmuskeln in Bewegung zu setzen. Die Rücken-, Schwanz- und Bauchmuskeln haben wir zwar oft genug von den zwischen den bezeichneten Punkten liegenden Partieen aus zur Contraction gebracht, indessen liess sich eine circumscripte Stelle, von der aus sie isolirt zu reizen waren, nicht mit Bestimmtheit feststellen. Die ganze nach rückwärts von dem Facialis-Centrum liegende Partie der Convexität[1]) fanden wir auch gegen ganz unverhältnissmässige Stromintensitäten absolut unerregbar. Selbst bei Ausschaltung der Nebenschliessung, also bei Einwirkung eines Stromes von 10 Daniell erfolgte keine Muskelzuckung.

Der Charakter der durch Reizung dieser motorischen Centren hervorgebrachten Zuckungen ist je nach Art der Reizung ein verschiedener. Die Reizung durch einfache metallische Schliessung des Kettenstromes giebt nur eine einfache, ziemlich schnell vorübergehende Zuckung. Wenn man, anstatt die Kette in ihrem metallischen Theile zu schliessen, dies durch Aufsetzen der Elektroden thut, so bedarf man zur Erzielung des gleichen Effects grösserer Stromstärken. Also auch hier gilt das Gesetz von du Bois-Reymond. Die metallische Wendung ergiebt stets einen ceteris paribus grösseren Reizzeffect als die blosse Schliessung, ohne dass jedoch dabei zwei Zuckungen (die zweite für die Oeffnung) einträten. Nicht selten bezeigte sich aber bei dieser Art der Reizung auch Tetanus der betreffenden Muskelgruppe, namentlich wenn es sich um die Zehenbeuger handelte, obwohl weitere Reizmomente nicht Platz griffen. — Hatte zuerst die eine Elektrode, sei es auch nur kurze Zeit, eingewirkt, so brachte gleich darauf die andere an derselben Stelle einen grösseren Reizeffect hervor als sie vorher und bald darauf vermochte.

Während nun dies ganz übereinstimmt mit dem, was man von den Eigenschaften peripherischer Nerven weiss, können wir aus

---

1) Wir vermeiden absichtlich die Bezeichnung nach Lappen, da beim Hunde weder eine deutliche Lappenbildung existirt, noch auch das, was man etwa dafür ansehen kann, den menschlichen Hirnlappen der Lagerung nach entspricht, endlich auch, weil man bisher so gut wie gar nicht weiss, welche Theile beim Hunde als bestimmten Theilen des Menschen adaequat zu betrachten sind.

einem gleichzu nennenden Grunde nicht unterlassen, auf ein hiervon abweichendes, übrigens physiologisch höchst interessantes Reizmoment kurz aufmerksam zu machen. Es handelt sich um ein durchaus constantes Vorwiegen der Anode. Ja es scheint so als ob innerhalb der minimalen Stromstärken nur die Anode Zuckungen auslöst. Wir haben zur Feststellung dieses Punktes, zunächst weil seine Kenntniss zur Erleichterung der Untersuchung sehr nothwendig ist, folgende Versuche gemacht und oft wiederholt.

1) Bei der gewöhnlichen Entfernung der Elektroden von einander wurde diejenige Stelle aufgesucht, von der aus man mit der minimalen Stromstärke Zuckungen auslöste, und um ganz sicher zu gehen, wurde erst mehrmals metallisch geschlossen. Alsdann wurde bei offener Kette der Strom gewendet, ohne dass die Elektroden ihren Platz veränderten und von Neuem geschlossen. Nun blieb die Zuckung aus. Wurde nun wieder geöffnet, gewendet, geschlossen, so war der Reizeffect etwas grösser als bei den ersten Schliessungen. Dies liess sich beliebig oft wiederholen. Wenn nun die eine oder die andere der Elektroden unter wiederholten Kettenschliessungen ihren Platz verliess, so konnte dies die Kathode sein, ohne dem Reizeffect Abbruch zu thun. Die Anode durfte sich aber nicht weit von dem Reizpunkt entfernen, ohne dass entweder Ruhe oder Zuckungen in anderen Muskelgruppen auftraten.

2) Die Anode ruhte auf dem Streckcentrum, die Kathode auf dem Beugecentrum für die vordere Extremität. Schliessung gab Streckung, Wendung — (bei geschlossener Kette) Beugung, Wendung — Streckung, Wendung — Beugung und so fort. Es wurde also jedesmal das der Anode entsprechende Centrum erregt.

Wir ziehen vor, uns der Betrachtungen über den Zusammenhang der zuletzt angeführten Erscheinungen für jetzt zu enthalten. Die neuen Thatsachen, welche sich uns bei dieser Untersuchung zeigten, sind so mannigfaltig, und ihre Consequenzen erstrecken sich nach so vielen Richtungen hin, dass es für die Sache wohl von geringem Vortheil wäre, alle diese einer genauen Durchforschung bedürfenden Pfade auf einmal wandeln zu wollen.

Hier müssen wir indessen noch anfügen, dass bei etwas längerer Kettenschliessung die stärker erregende Wirkung des Wechsels der

Elektroden sich auch in folgender Art äussert. Hatten wir eine Zuckung hervorgebracht, dadurch dass die Anode sich auf einem Centrum, die Kathode auf einer, bei der benutzten Stromstärke indifferenten Stelle befand und liessen wir die Kette etwas länger geschlossen, so löste manchmal nach vorgängiger Oeffnung die Schliessung des gewendeten Stromes eine einzelne, sehr selten eine einmal wiederholte Zuckung aus. Das heisst nach etwas längerer Einwirkung der Anode reagirt die centrale Nervensubstanz eine kurze Zeit lang selbst bei minimalen Strömen auch auf die Kathode. Man muss für diesen Versuch aus mehreren Gründen nur ganz schwache Ströme verwenden, namentlich auch weil stärkere Ströme durch Elektrolyse die Substanz sofort zerstören. —

Bei der Reizung mit tetanisirenden Inductionsströmen[1]) sind die Reizeffecte ihrer Art nach nicht ganz so constant. Häufig treten tonische Contractionen der betreffenden Muskelmassen ein, die erst nach längerer Zeit in ihrer Intensität nachlassen. Häufig ist ein anfängliches Contractionsmaximum vorhanden, dem schon nach secundenlanger Dauer des Stromes ein so beträchtlicher Nachlass folgt, dass man die Contraction für ganz erloschen halten könnte, wenn nicht im Momente der Oeffnung noch eine geringe Bewegung im Sinne der nachlassenden Contraction erfolgte. Zu diesen Verschiedenheiten, sowie zu einigen gleich zu erwähnenden Erscheinungen scheint die Individualität des Versuchsthieres — seine grössere oder geringere Reizbarkeit in ursächlichem Verhältniss zu stehen.

Bei anhaltender Verwendung stärkerer Ströme nämlich treten wohl Symptome der Erschöpfung auf, — die Erforderniss stärkerer Ströme zur Erzielung desselben Effects, auch wohl gänzliches Ausbleiben der Zuckungen. Sehr oft kommt es dabei zu blutigen Suffusionen der Rindensubstanz. Häufiger jedoch beobachtet man namentlich auch nach schwachen Strömen eine Reihe von Erscheinungen, denen der entgegengesetzte Sinn untergelegt werden muss.

---

1) Der folgende Passus, den ich übrigens ganz unverändert abdrucke, hat mehrfach zu Missverständnissen Veranlassung gegeben. Ich bemerke deshalb schon hier, dass die in demselben enthaltene Schilderung sich selbstverständlich nur auf die von uns für beweisende Versuche benutzte Methode, Reizung mit der Stromstärke des Zuckungsminimums bezieht.

Eduard Weber[1]) hatte bereits angegeben, dass nach Oeffnung eines das Froschrückenmark tetanisirenden Stromes Nachbewegungen in allen Körpermuskeln eintreten. Diese Thatsache scheint ganz in Vergessenheit gerathen zu sein. Wenigstens sollten wir meinen hätte sie sonst von den Vertheidigern der Erregbarkeit des Rückenmarks wohl als ein Argument benutzt werden können.

Etwas ganz Aehnliches findet sich nun nach Tetanisiren der Hirnsubstanz. Schon nach einer Reizung von wenig Secunden Dauer treten Nachbewegungen in der abhängigen Musculatur ein, die im Gebiet des Facialis einen deutlich zitternden Charakter tragen. Die Extremitäten zeigen mehr das Bild klonischer Krampfbewegungen — Unterschiede, die jedenfalls, von der verschiedenen Art der Muskelanheftung abhängig sind. Diese localen Krampfanfälle können sich, auch wenn man dem Gehirn Ruhe lässt, mehrfach wiederholen. In einzelnen Fällen traten sie auch nach Misshandlung der Hirnsubstanz mit Schliessungen des Kettenstromes auf. In der Regel wurden sie aber nach Reizung mit diesen Strömen nicht beobachtet. Bei zweien unserer Versuchsthiere bildeten sich aus diesen Nachbewegungen wohlcharakterisirte epileptische Anfälle heraus. Der Anfall begann halbseitig mit Zuckungen in der vorher gereizten Musculatur, breitete sich aber dann auf alle Körpermuskeln aus, so dass es zu einem vollständigen Strecktetanus kam. Die Pupillen waren dabei ad maximum erweitert. Eins von den Thieren hatte zwei, das andere drei solcher Anfälle. Man könnte einwenden, dass die Hunde schon früher epileptisch gewesen seien. Der eine Hund hatte sich aber bereits 6 Jahre lang bei derselben Herrin befunden, ohne je an Krämpfen gelitten zu haben. Die Antecedentien des anderen blieben unbekannt. —

Wir gehen nun zur Widerlegung der Einwände über, die man gegen unsere Versuche erheben könnte.

Der erste Einwand, der bei elektrischen Reizversuchen immer von Sachverständigen[2]) und nicht Sachverständigen vorgebracht wird,

---

1) R. Wagner's Handwörterb. d. Physiol. Bd. III, Abth. II, S. 15.

2) Uebrigens dürfte es für den einen oder den anderen Leser nicht überflüssig sein, zu bemerken, dass unter den vielen Aerzten, denen wir unsere

stützt sich auf die Stromschleifen, welche zu entfernteren Theilen gelangen können. Dieser Einwand ist, wenn wir von der Frage absehen, ob Rinden- oder Marksubstanz des Grosshirns erregbar sei leichter als irgend ein anderer zu beseitigen. Einmal waren die von uns zu den beweisenden Experimenten verwandten Ströme überhaupt nur schwach. Da aber die Substanz des Gehirns einen sehr grossen Widerstand besitzt, da ferner andere, leitende Theile nicht in der Nähe lagen, da endlich die Entfernung der Elektroden von einander nur gering war, so konnte nach den Gesetzen der Stromvertheilung in nicht prismatischen Leitern die Stromdichte schon in sehr geringer Entfernung von den Einströmungsstellen nur eine minimale sein. Dies würde schon a priori den fraglichen Einwand widerlegen. Indessen haben wir noch eine grosse Reihe directer Beweise für uns. Sollten die Stromschleifen erstens zu den peripherischen Nerven gelangen, so lagen ihnen immer die Nerven der gleichnamigen Seite näher, und sie hatten nicht den entferntesten Grund sich ausschliesslich zu der anderen Seite zu begeben. Ferner lagen ihnen noch sehr viel näher als irgend welche andere in Frage kommenden Nerven, die motorischen Augennerven derselben Seite. Der so bewegliche, so im labilen Gleichgewicht balancirte Bulbus bildet ohne Präparation zu erfordern das vorzüglichste physiologische Rheoskop, er würde sich auch bei minimalen Stromschleifen viel eher bewegen, als eine Vorderextremität, von den Hinterextremitäten gar nicht zu reden. Es giebt aber an der ganzen Convexität, so weit man sie freilegen kann, nicht eine einzige Stelle, von der aus man selbst mit stärkeren als die von uns gewöhnlich benutzten Ströme, irgend eine Bulbus-Bewegung erzielen kann. Hiermit wäre auch ein Theil derjenigen Frage, welche mich zur Aufnahme dieser Untersuchungen veranlasste erledigt.[1])

Endlich führen wir noch eine Thatsache von hohem physiologischen und pathologischen Interesse an. Es ist die, dass mit

---

Versuche demonstrirt haben, sich auch mehrere gerade in dieser Beziehung sehr competente Fachgelehrte befanden, z. B. die Herren Prof. Nasse (Marburg) und Munk (Berlin).

1) Rücksichtlich des Centrums für die graden Augenmuskeln verweise ich auf die folgende Abhandlung.

der Verblutung die Erregbarkeit des Gehirns ungemein schnell sinkt, um schon vor dem Tode fast ganz zu erlöschen. Unmittelbar nach dem Tode ist sie auch gegen die stärksten Ströme sofort ganz verloren, während Muskeln und Nerven vortrefflich reagiren. Dies scheint uns zu erfordern, dass Versuche über die Erregbarkeit der Centralorgane bei ungestörter Circulation vorgenommen werden. —

Man könnte zweitens meinen, wenn auch nicht peripherische Nerven oder das Rückenmark, von dem genau dasselbe zu sagen wäre, wie von jenen, so würden doch andere Hirnprovinzen als die grossen Hemisphären von Stromschleifen getroffen. Wenn sich dies so verhielte, so würde auch der Nachweis der elektrischen Erregbarkeit anderer Hirnprovinzen ein wichtiger Fund sein. Denn auch von den Meisten unter ihnen wird ja gegenwärtig allgemein behauptet, dass sie der directen Erregung unzugängig seien. Indessen verhält es sich, wie selbst für die elektrische Reizung bewiesen werden kann, eben nicht so. Diejenigen Theile, denen überhaupt, wenn auch von wenigen Forschern, directe Erregbarkeit vindicirt worden war, sind hinterer Theil (Cauda) des Corp. striat., Thalam. optic., Hirnschenkel, Vierhügel, Brücke. Sehen wir zunächst einmal vom Corp. striatum ab, so liegen die sämmtlichen übrigen eben angeführten morphologischen Bestandtheile des Gehirns so weit nach hinten, dass sie alle bei Frontalschnitten erst getroffen werden, wenn man nach rückwärts bei den nicht mehr reagirenden Theilen des Grosshirns anlangt. Einzig ausgenommen ist das Corp. striat., dessen Cauda gleichwohl auch schon im Bereich der unerregbaren[1]) Zone liegt. Es wäre also möglich, dass gerade der vordere oder mittlere Theil dieses Ganglions, der Theil welcher unerregbar sein sollte, erregbar und die Ursprungsstätte unserer Reizeffecte wäre. Von vornherein war Letzteres schon darum unwahrscheinlich, weil bei gleicher Stromstärke die Zuckungen schon aufhörten, sobald die Elektroden um wenige Millimeter ihren Ort veränderten. Denn wenn man durch die beiden gedachten Einströmungsstellen und einen senkrecht unter

---

1) Unerregbar nennen wir hier ohne Präjudiz alle diejenigen Gebiete, von denen aus keine Zuckungen hervorzubringen sind.

ihrer Verbindungslinie liegenden Punkt im Corp. striat. gerade Linien legt, so erhält man ein gleichseitiges Dreieck, dessen gleiche Seiten Strombahnen des geringsten Widerstandes abgeben würden. Da nun der Widerstand beider annährend gleich sein muss, so müsste ceteris paribus auch der Reizeffect derselbe sein, was nicht der Fall ist.

Nicht zufrieden mit diesen, wenn auch schlagenden aprioristischen Beweisen betraten wir auch den Weg des directen Beweises. Zu diesem Zwecke gaben wir Carlsbader Insectennadeln eine dichte isolirende Hülle dadurch, dass wir sie wiederholt in eine Lösung von Gutta percha in Chloroform tauchten. Nur die Spitze und der Kopf wurde leitend erhalten. Senkten wir diese Nadeln nun in den nach rückwärts gelegenen Theil des Grosshirns ein, so erhielten wir selbst bei unendlich viel stärkeren Strömen keine Spur einer Zuckung, bis die dann mehrere Ctm. tief eingedrungenen Rheophoren die Hirnschenkel berührten. Dann aber bekam das Thier unter einem heftigen Sprunge allgemeine Muskelerschütterungen. Anders wenn in gleicher Weise die vordere Hälfte des Hirns erregt wurde. Hätte man anzunehmen, dass bis zum Corpus striatum gelangende Stromschleifen die bei oberflächlicher Reizung auftretenden Zuckungen auslösten, so müssten die Letzteren beim Eindringen der Elektroden sich einfach allmählich verstärken. Dies war indessen nicht der Fall, sondern die Zuckungen verbreiteten sich vielmehr auf andere Muskeln und zeigten überhaupt ein anderes Verhalten, welches noch einer besonderen Untersuchung bedarf. Folglich lässt sich mit Bestimmtheit annehmen, dass weder das genannte Ganglion noch die den Hirnstock zusammensetzenden Gebilde an den von der Convexität aus erregten Zuckungen einen Antheil hatten.

Ein anderer Einwand, der erhoben werden könnte und der gegen alle früheren erfolgreichen Reizversuche an den Centralorganen (Rückenmark, Hirnstock) erhoben worden ist, würde sich auf reflectorisches Zustandekommen der Contractionen stützen. Auch dieser Einwand lässt sich durch schlagende Beweise entkräften.

Reflexe könnten ausgelöst werden durch die Nerven der Dura und die der Pia mater, denn vor Erregungen benachbarter Nerven der Schädelbedeckungen waren wir durch ausgiebige Freilegung der Hirnoberfläche geschützt. Ausserdem lagen an dem einen Wund-

rande die theilweise abgelösten temporalen Muskelmassen. Diese ihre Erregbarkeit wohl bewahrenden Gebilde hätten uns schon schwache Stromschleifen sofort verathen müssen. Sensible Fasern im Grosshirn selbst sind aber noch nicht nachgewiesen oder überhaupt angenommen worden.[1]) Auch giebt die gänzliche Unempfindlichkeit seiner Substanz nicht den geringsten Anhaltspunkt für eine solche Annahme.

Was nun die Dura angeht, so haben wir schon oben (in Uebereinstimmung mit Longet u. A.) angeführt, dass ihr eine gewisse Empfindlichkeit schon im physiologischen Zustande innewohnt, dass dieselbe sich aber nach Eröffnung der Schädelkapsel sehr schnell steigert. Es empfiehlt sich deshalb auch, hurtig zu operiren, weil anderenfalls das Versuchsthier, selbst wenn es festgebunden ist, durch die gewaltigsten Sprünge die Schonung der Hirnsubstanz bei Abtragung dieser Membran sehr erschwert. Hat man sie aber einmal bis zu den Knochenrändern abgetragen, so ist man vor Reflexen von ihren Nerven aus hinreichend geschützt. Wir versicherten uns dessen auf verschiedene Weise. Erstens lösten wir bei unseren Reizversuchen ja gekreuzte Zuckungen aus, während Reflexe immer zuerst auf derselben Seite auftreten (Pflueger). Zweitens hörten die Zuckungen bei geringer Ortsveränderung aber bei gleicher Entfernung von den Resten der Dura auf. Drittens hörten sie selbst dann auf, wenn wir der Dura näher rückten, vorausgesetzt, dass wir nicht gerade motorische Centra trafen. Ja wir erhielten, immer unter der zuletzt genannten Voraussetzung, nicht einmal Zuckungen, wenn die Elektroden dicht an der Dura aber noch auf der Hirnsubstanz standen. Berührten wir jedoch viertens die Dura selbst, so traten in vielen Fällen, auch wenn kein Strom sie durchfloss, auf den elektrischen Reiz aber

---

1) Der zweite Theil dieses Satzes ist nicht mehr richtig. Schiff glaubt seither auf Grund unserer, von ihm bestätigter, sowie sehr mannichfach variirter eigener Versuche das Vorhandensein von sensiblen Muskelnerven im Grosshirn annehmen zu sollen. Er fasst danach unsere Reizeffecte als Reflexe auf, welche durch Reizung jener sensiblen Muskelnerven ausgelöst würden. Ich meinerseits habe die thatsächliche Uebereinstimmung zwischen einzelnen Versuchen Schiff's und meinen eigenen Parallelversuchen noch nicht herbeiführen können. Unter diesen Umständen halte ich es für besser die Discussion über die Deutung auf die Zeit zu verschieben, zu der über ihre nothwendige Basis kein Zweifel mehr bestehen kann.

immer die heftigsten Reflexbewegungen in einer höchst charakteristischen Form auf. Diese sahen aber ganz anders aus, wie unsere anderweiten Reizeffecte. Zunächst trugen sie immer das Bild der Zweckmässigkeit; Zurückwerfen des Kopfes, Contractionen der Rückenmuskeln, Geschrei und Winseln selbst in der Morphium-Narkose, selten Bewegungen der Extremitäten. Ganz anders das Bild unserer Reizversuche. Hier liegen häufig selbst nicht narkotisirte Thiere unbeweglich, gleichgültig da, während wir bald eine vordere, bald eine hintere Extremität durch den elektrischen Reiz in Bewegung setzen.

Die Pia kann man freilich nicht in gleicher Weise zurückpräpariren; im Gegentheil muss man mit ihr so schonend wie möglich umgehen. Denn die Verletzung eines einzigen ihrer zahllosen, strotzenden Gefässe überströmt das Operationsfeld mit Blut und kann den ganzen Versuch scheitern, das Thier nutzlos geopfert sein lassen. Indessen hindert dies nicht den Beweis ihrer Unwesentlichkeit für das Zustandekommen unserer Reizeffecte. Abgesehen von allen den Gründen, die wir schon gelegentlich der Besprechung der Dura anführten, ist Folgendes mehr als genügend. Wir fanden die Pia (wie auch Longet u. A.) unempfindlich. Wir umschnitten sie über einem motorischen Centrum mit Schonung der grösseren Gefässe, ohne dass der Reizeffect sich änderte. Wir trugen sie an einer solchen Stelle ab — die Zuckungen blieben nie aus. Wir stachen isolirte Nadeln in die Hirnsubstanz ein, auch dann noch zuckten die Muskeln, wenn es im Bereich der motorischen Sphäre geschah, sie zuckten unter keiner von allen diesen Bedingungen, wenn wir die hintere Grenze dieser Sphäre überschritten. Es dürfte übrigens von Interesse sein, an dieser Stelle einzuschalten, dass weder die Morphium- noch die Aether-Narkose einen wesentlichen Einfluss auf das Gelingen der Versuche hat.

Endlich wird man fragen, wie es denn kam, dass so viele frühere Forscher, darunter die glänzendsten Namen, zu entgegengesetzten Resultaten gelangten. Hierauf haben wir nur eine Antwort: „Die Methode schafft die Resultate." Es ist unmöglich, dass unsere Vorgänger die ganze Convexität freigelegt haben, denn sonst hätten sie Zuckungen erhalten müssen. Die hintere seitliche Wand des Schädeldachs des Hundes, unter der allerdings keine motorischen Theile liegen, empfiehlt sich durch ihre Formation für das Aufsetzen

der ersten Trepankrone. Hier begann man wahrscheinlich die Operation und versäumte nach vorn aufzubrechen, indem man von der irrigen Ansicht ausging, dass die einzelnen Felder der Oberfläche gleichwerthig seien. Man fusste auf der Eingangs entwickelten, noch heut weit verbreiteten Annahme von der Allgegenwärtigkeit aller seelischen Functionen in allen Theilen der Grosshirnrinde. Hätte man an eine Localisation der seelischen Functionen auch nur gedacht, so würde man die scheinbare Unerregbarkeit einzelner Theile des Substrats als etwas Selbstverständliches betrachtet und keinen seiner Theile ununtersucht gelassen haben. Denn dass wir mit unseren Reizen Vorstellungen zu erwecken oder doch etwa erweckte am vivisecirten Thiere zur Anschauung zu bringen vermöchten, hat wohl keiner der bisherigen Forscher vorausgesetzt.

Dies führt uns zur Besprechung einer Frage, die wiewohl unberechtigter Weise an uns gerichtet werden könnte. Man könnte die Erklärung der Beobachtungen von uns verlangen, die in hinreichender Zahl über chirurgische Verletzungen des Gehirns ohne Störung irgend welcher Function vorliegen[1]). Es wäre zunächst gar nicht unsere Sache, diesen anscheinenden Widerspruch zu lösen. Denn ehe diese Verpflichtung uns obläge, müsste man uns nachweisen, dass gerade die Partieen, von denen wir reden, verletzt oder verloren waren — ein etwas schwieriges Unternehmen. Von anderen Theilen der Convexität wissen aber weder wir noch Andere etwas Genaueres; ausgenommen etwa das, was man von der dritten Stirnwindung weiss und das spricht grade für uns. Wie gesagt, der Widerspruch ist nur ein scheinbarer, die Theile des Grosshirns sind nicht gleichwerthig.

---

1) Auch ich habe einen solchen Fall während meiner Thätigkeit als dirigirender Arzt am allgemeinen Garnisonlazareth zu Berlin im Jahre 1866 beobachtet. Einem Soldaten (Angelmeier) war ein Granatsplitter genau in die Glabella gedrungen und hatte dort ein dreieckiges Loch gemacht. Aus diesem Loche entleerte sich während wenigstens 14 Tagen immerwährend Gehirnsubstanz. Schliesslich heilte die Wunde von selbst zu. Sehr geistreich war dieser Kranke nicht, im Gegentheil schien er trägen Verstandes. Da man ihn indessen vorher nicht gekannt hatte, so war nicht zu entscheiden, ob er nicht von Natur geistig arm war. Grobe motorische oder sensible Störungen bot er jedenfalls nicht dar.

Es scheint uns weiterhin sehr am Platze, an folgende diesen Punkt vollkommen treffende Bemerkung Griesinger's[1]) zu erinnern. „Gegen die meisten dieser Beobachtungen liessen sich man-„cherlei Bedenken erheben. In fast allen Fällen ist nur die Intel-„ligenz im engeren Sinne beachtet, die Gemüthsbeschaffenheit und „der Willenszustand ganz unbeachtet geblieben, und auch an die „Intelligenz wurden gewöhnlich nur die geringsten Anforderungen „gemacht, z. B. die Beantwortung einfacher, ärztlicher Fragen, um „sie für unverletzt zu erklären. In keiner dieser Beobachtungen ist „die Intelligenz in ihrem ganzen Umfange geprüft worden, und in „vielen derselben, nämlich in allen Hospitalbeobachtungen war eine „Vergleichung des Geisteszustandes nach der Erkrankung oder dem „Substanzverluste mit dem früheren schlechterdings unmöglich u. s. w."

Griesinger hat hier, wie es seine Materie erheischt, lediglich den psychischen Zustand im Auge. Genau das, was er von der Erforschung des Zustandes der Seele verlangt, können wir mit noch grösserem Recht rücksichtlich somatischer Functionen fordern. Wo sind die Untersuchungen über Muskeleigenschaften oder die Qualitäten des Tastsinnes, die gerade hier mehr am Platze wären, als an manchen anderen Orten, an denen sie einen sachlichen Zweck kaum erkennen lassen! Wie wohl begründet diese unsere Forderung ist, das werden einige Versuche lehren, von denen im Folgenden noch die Rede sein wird.

Blicken wir nun auf die bisherigen Resultate unserer Untersuchungen zurück und fragen wir uns, was durch dieselben an Kenntniss der Eigenschaften des Centralorgans gewonnen ist, so liegt uns die Pflicht ob zu unterscheiden zwischen dem, was mit Recht als sicher gefolgert werden darf, und dem was nur wahrscheinlich gemacht worden ist.

Als einen sicheren Erwerb können wir die zweifellos bewiesene, in jedem Augenblick zu reproducirende Thatsache bezeichnen, dass auch centrale Nervengebilde zunächst auf einen unserer Reize mit einer in die Er-

---

1) Die Pathologie und Therapie der psychischen Krankheiten. 2. Aufl., Stuttgart 1861, S. 4.

scheinung tretenden Reaction antworten. Dies allein hätte schon eine nicht geringe principielle Bedeutung für die Physiologie insofern damit der Widerspruch in der Definition beseitigt wird, auf den neuerdings Fick mit Recht hingewiesen hat und an den der Anfang dieser Arbeit anknüpft.

Ebenso sichergestellt ist die Thatsache, dass ein beträchtlicher Theil der die grossen Hemisphären zusammensetzenden Nervenmassen, man kann sagen fast ihre eine Hälfte, in unmittelbarer Beziehung zur Muskelbewegung steht, während ein anderer Theil offenbar wenigstens direct nichts damit zu schaffen hat. So einfach, so selbstverständlich dies nun scheinen mag, so wenig war man bisher hierüber in's Klare gekommen. Wir beziehen uns zu diesem Zwecke auf das gelegentlich des historischen Ueberblickes Gesagte. Sprach man von solchen Centren im Gehirn, so wurden noch in neuester Zeit nur basale Theile, Pons, Thalami etc. angeführt[1]), und bei der Erklärung jener Sectionsbefunde hielt man sich vorsichtig in möglichst allgemeinen Ausdrücken. Nur wenige Gehirnanatomen, unter denen namentlich Meynert zu nennen, hatten sich bisher, allerdings in anderer Weise als Gall, für eine strenge Localisation der einzelnen psychischen Facultäten ausgesprochen.

Werfen wir jedoch die Frage auf, ob die von uns ausgelösten Reizeffecte durch directe Einwirkung auf diejenigen Centren der grauen Rinde, in denen der motorische Willensimpuls entsteht, hervorgebracht werden, oder ob man an Reizung der Markfaserung zu denken hat, oder ob noch ein Drittes möglich ist, so muss unsere Antwort bei Weitem reservirter gehalten werden.

Nehmen wir selbst an, der Beweis für Auslösung der fraglichen Bewegungserscheinungen durch die ganglöse Substanz sei geliefert — und er ist es nicht — so wäre damit noch nicht bewiesen, dass nun bei denjenigen Bewegungserscheinungen, die durch inneres Geschehen frei werden, grade dieser Theil der Rinde das Substrat abgiebt für das erste nach aussen gerichtete Glied in der Kette, welche be-

1) Vgl. z. B. Griesinger a. a. O. S. 4 und viele andere Autoren, doch auch derselbe S. 23.

ginnt mit dem ersten Entstehen eines sinnlichen Eindruckes, und ihr vorläufiges Ende findet mit dem als Muskelbewegung erscheinenden Ausdruck des Wollens.

Es ist vielmehr nicht undenkbar, und kann namentlich durch das, was wir in anatomischer Beziehung über den anastomosirenden Bau dieser Theile wissen, nicht ausgeschlossen werden, dass der Hirntheil, welcher die Geburtsstätte des Wollens der Bewegung einschliesst, noch ein anderer oder vielleicht ein vielfacher ist, dass die von uns Centra genannten Gebiete nur Vermittler abgeben, Sammelplätze, auf denen ähnliche aber zweckmässigere Anordnungen der Muskelbewegungen geschehen, als in der grauen Substanz des Rückenmarks und der Hirnbasis. In wie weit sogar eine gewisse physiologische Berechtigung, dieser Anschauung einen Platz zu lassen, von uns aufgedeckt ist, werden wir bald sehen.

Nachdem wir in dieser Zurückhaltung den rein psychologischen Möglichkeiten den weitesten Spielraum gegönnt haben, und wir heben dies ausdrücklich hervor, wenden wir uns zu der Erörterung der Frage nach dem Werthe der grauen und der weissen Substanz für das Zustandekommen der von uns beschriebenen Reizeffecte. Wird die Frage in dieser Form gestellt, so dürfte es zu einem Theil bereits jetzt möglich sein sie befriedigend zu beantworten. Wollte man aber statt der allgemeineren Begriffe graue und weisse Substanz die Worte Fasern und Zellen sich einander gegenüberstellen, so liesse sich auch die Möglichkeit einer Lösung bisher nicht absehen. Denn da sich in der grauen Substanz Fasern und Zellen untrennbar mischen, ist eine isolirte Untersuchung der einzelnen morphologischen Bestandtheile unausführbar. Selbst wenn also der directe Beweis der Erregbarkeit auch für die graue Substanz geführt worden wäre, würde man immer noch einwenden können, dass nicht die Ganglienzellen, sondern die zwischen ihnen verlaufenden Nervenfasern dieser Substanz den eigentlich erregten Theil abgäben. — Für den Augenblick steht die Frage so, dass wir durch die oben angeführten Versuche über das Einstechen isolirter Nadeln die Erregbarkeit der Marksubstanz hinlänglich bewiesen haben. Da nun die wesentlichen nervösen Bestandtheile der Marksubstanz — die Nervenfasern — sich mit den gleichen anatomischen Eigenschaften in die Rindensubstanz fortsetzen,

liegt kein Grund vor eine wesentliche Aenderung ihrer physiologischen Eigenschaften eher anzunehmen als ihre anatomische Continuität durch neue Gebilde unterbrochen wird. Aus diesem Grunde lässt sich die Erregbarkeit eines Theiles der Fasern, auch der Rinde, mit Recht voraussetzen. Ob dieselben nur allein oder ob auch die Zellen erregbar sind, das ist, wie gesagt, mit den bisherigen Mitteln nicht hinlänglich sicher zu entscheiden.

Gleichwohl lässt sich auf indirectem Wege ein einigermassen wahrscheinlicher Schluss auf die Function, wenn auch nicht auf die Erregbarkeit des zelligen Theiles der Rinde ziehen. Wir sahen bei Beschreibung unserer Experimente, dass auf die minimale Stromstärke Muskelcontractionen nur eintreten, wenn die Elektroden sich auf ganz bestimmten Stellen befinden und dass sie aufhören oder in andern Muskeln erscheinen, wenn die Elektroden sich von den gedachten Stellen auch nur um ein Geringes entfernen. Dies Verhalten lässt nur zwei Möglichkeiten zu. Entweder der Reiz wird durch die in unmittelbarer Nähe der Elektroden liegenden Ganglienzellen selbst aufgenommen und durch sie in Muskelbewegung umgesetzt, oder gerade an diesen Stellen treten reizbare Markfasern besonders nahe an die Oberfläche, so dass sie für die Erregung besonders günstig gelagert sind. Da nun kein anderer Grund zu erkennen ist, wegen dessen die fraglichen Markfasern sich gerade hier den Ganglienzellen am Meisten nähern sollten, als um ihrem Schicksale, in jene einzutreten, entgegenzugehen, so kann man allerdings annehmen, dass gerade j e n e Ganglienmassen zur Production organischer Reize für gerade j e n e Nervenfasern bestimmt sind.

Ob nun eine gewisse gewöhnlich zusammenwirkende Summe dieser organischen Reize genau dieselbe Bewegungsäusserung hervorbringt wie unser elektrischer Reiz, das lässt sich durch die bisher angewendeten Methoden ganz und gar nicht entscheiden. Denn die einfache Lehre von den specifischen Energien genügt hier nicht, wir müssen vielmehr für die gefundenen neuen Thatsachen einen neuen Gesichtspunkt entwickeln. Wir haben hier nicht Nervenfasern, die geraden Weges zum Endorgan verlaufen, sondern ehe von der centralsten Stelle des Grosshirns entspringende Fasern dorthin gelangen können, haben sie erst eine Anzahl von mehr und mehr

peripher gelegenen Stationen zu passiren, in deren jeder ihre frei gewordenen Spannkräfte in einer bestimmten, nicht genauer bekannten Weise umgesetzt werden, damit daraus das werde, was wir eine zweckmässige Bewegung nennen. Es ist nun selbstverständlich, dass wir durch einen, auf irgend einem Punkte dieser Bahn angebrachten Reiz höchstens nur das zur Anschauung bringen können, was auf der mehr peripher gelegenen Strecke und den mehr peripher gelegenen Stationen vor sich zu gehen pflegt, während die Functionen der centraleren Stationen sich der Beobachtung entziehen. Ja selbst dies lässt sich nur mit einer gewissen Beschränkung aussprechen, insofern als zur Hervorbringung einer bestimmten Bewegungsmodalität die Erregung einer grösseren Summe von Fasern erforderlich ist, die gleichwohl in den Centralorganen nicht so bequem beisammen liegen, als im Stamm eines peripheren Nerven. Indessen giebt es einen anderen Weg, die Frage nach der Bedeutung der einzelnen Theile der Rinde experimentell zu lösen; es ist die Exstirpation circumscripter und genau bekannter Theile derselben. Auch diesen langwierigen Weg haben wir in folgender Weise zu betreten begonnen.

Zwei Hunden wurde, nachdem die Weichtheile zurückpräparirt waren, der Schädel durch eine Trepankrone an der Stelle eröffnet, wo wir das Centrum für die rechte vordere Extremität vermutheten. Wir wählten das Centrum für eine Extremität, weil an einer solchen etwaige motorische Erscheinungen am deutlichsten hervortreten mussten, und wir wählten nicht das Centrum für die hintere Extremität, weil dessen Lage uns möglicherweise der Eröffnung des Sin. longitudin. ausgesetzt hätte. Alsdann wurde die Dura der freigelegten Stelle entfernt, es wurde durch elektrische Reizung festgestellt, dass wir die gewollte Stelle getroffen hatten, die Pia wurde soweit als erforderlich umschnitten und nun mit einem feinen Scalpellstiel ein wenig von der Rindensubstanz herausgehoben. In dem einen Falle war das entfernte Stück etwa so gross wie eine kleine Linse, in dem andern Falle etwas grösser. Dann wurde die Hautwunde durch Knopfnäthe vereinigt. In dem ersten Falle hatte das Thier bei der ganzen Operation nur einige Tropfen Blut verloren, in dem andern Falle war die Blutung nicht unbeträchtlich. Der erste

Fall heilte per primam, der andere Fall nicht. Beide Versuchsthiere boten nur dem Grade nach verschiedene Symptome dar. Der Art nach war ihr Krankheitsbild rücksichtlich der motorischen Störungen so conform als möglich. Diese vollkommene Uebereinstimmung der Resultate beider Versuche und deren Wichtigkeit für sämmtliche aus unsern andern Versuchen entspringenden Anschauungen veranlasst uns, ihrer schon hier Erwähnung zu thun, obwohl wir vor irgend einer Publication gern noch mehr gleichlautende Erfahrungen gesammelt hätten. Die Nothwendigkeit dieser Arbeit einen vorläufigen Abschluss zu geben, verhinderte uns bisher daran, und im Uebrigen wird man sehen, dass für die von uns ad hoc zu ziehenden Schlüsse schon ein einziger gelungener Versuch genügt.

Beide Versuchsthiere zeigten nun unmittelbar nach der in der Morphium-Narkose vorgenommenen Operation etwas allgemeine Schwäche, die bald vorüberging. Dann aber beobachtete man in Kurzem Folgendes:

I. Beim Laufen setzten die Thiere die rechte Vorderpfote unzweckmässig auf, bald mehr nach innen, bald mehr nach aussen als die andere, und rutschten mit dieser Pfote, nie mit der anderen, leicht nach aussen davon, so dass sie zur Erde fielen. Keine Bewegung fiel ganz aus, indessen wurde das rechte Bein etwas schwächer angezogen.

II. Beim Stehen ganz ähnliche Erscheinungen. Ausserdem kommt es vor, dass die Vorderpfote mit dem Dorsum statt mit der Sohle aufgesetzt wird, ohne dass der Hund etwas davon merkt.

III. Beim Sitzen auf dem Hintertheil, wenn beide Vorderpfoten auf der Erde stehen, rutscht das rechte Vorderbein allmählig nach aussen davon, bis der Hund ganz auf der rechten Seite liegt.

Unter allen Umständen kann er sich aber sofort wieder aufrichten. Die Hautsensibilität und die Sensibilität auf tiefen Druck zeigt an der rechten Vorderpfote keine nachweisbaren Abweichungen.

Am schlagendsten fiel bei dem ersten Hunde [1]) noch zu einer Zeit als die Wunde längst geheilt, alle Reaction vorbei war, am

---

1) Der zweite wird bei diesem Versuche nicht erwähnt, da er aus experimentellen Gründen nur dreibeinig war.

15. und sogar noch am 28. Tage nach der Operation folgender Versuch aus.

Man setzte dem Hunde, während er stand, die rechte Vorderpfote auf ihren vorderen, oberen Rand so nach innen und hinten, dass sie zwischen den anderen drei Beinen stand. Verhinderte man nun durch Streicheln den Hund, Ortsbewegungen vorzunehmen, so liess er die Pfote beliebig lange in dieser unbequemen Stellung. Kam aber irgend ein Bewegungsimpuls über ihn, so lief er davon, sein krankes Bein fast ebenso munter bewegend, wie die andern drei. Derselbe Versuch war mit dem linken Beine gar nicht zu machen, da das Thierchen dieses Glied immer schon wieder zurückzog und in seine frühere bequeme Stellung brachte, ehe man damit in die gewollte Stellung kommen konnte. —

Wir ersparen uns auch hier alle weiteren Schlüsse und Betrachtungen, namentlich gewisse Vergleiche mit der menschlichen Pathologie für eine andere Gelegenheit, und constatiren nur Folgendes als wesentlich für die vorliegende Arbeit. Die beiden Versuchsthiere hatten durch Exstirpation eines Theils des von uns sogenannten Centrums für die Vorderextremität die Möglichkeit, die Letztere zu bewegen, nur unvollkommen verloren, und an der Sensibilität wahrscheinlich gar nichts eingebüsst. Aber sie hatten offenbar nur ein mangelhaftes Bewusstsein von den Zuständen dieses Gliedes, die Fähigkeit, sich vollkommene Vorstellungen über dasselbe zu bilden war ihnen abhanden gekommen; sie litten also an einem Symptome, welches in einer sehr ähnlichen Weise bei einer Form der Krankheitsgruppe Tabes vorkommt, nur dass Verletzung einer sensibeln Leitungsbahn hier sicher nicht vorlag. Man könnte sich, um diesen Zustand näher zu bezeichnen, vielleicht so ausdrücken: Es bestand noch irgend eine motorische Leitung von der Seele zum Muskel, während in der Leitung vom Muskel zur Seele irgendwo eine Unterbrechung vorhanden war. Möglicherweise betraf diese Unterbrechung die Endstation der hypothetischen Bahn für den Muskelsinn, jedenfalls hatte sie aber ihren Sitz an Stelle des von uns verletzten Centrums.

Wie dem nun auch sei, es ist gewiss, dass eine Verletzung dieses Centrums die willkürliche Bewegung des von ihm sicher in einer ge-

wissen Abhängigkeit stehenden Gliedes nur alterirt, nicht aufhebt, dass also irgend einem motorischen Impulse noch andere Stätten und Bahnen offen stehen um geboren zu werden und um zu den Muskeln jenes Beines zu eilen, dass unsere Reservation (S. oben S. 26 u. 27) vollkommen am Platze war. Es ist aber ferner eben so sicher, dass eine solche Verletzung, obwohl ihre Erheblichkeit gegen die Abtragungen von Flourens, Hertwig u. A. verschwindet, sehr deutlich wahrnehmbare Symptome hervorbringt, wenn man nur den rechten Ort trifft; und zwar sind die Symptome grade an demjenigen Gliede wahrnehmbar, dessen Muskeln sich vorher auf elektrische Reizung der nun zerstörten Massen contrahirten.

Hieraus geht zur Evidenz hervor, dass bei den früheren colossalen Verstümmelungen des Hirns entweder andere Theile gewählt worden sind, oder dass den feineren Verrichtungen der Bewegungsmechanismen nicht die nöthige Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Es geht ferner aus der Summe aller unserer Versuche hervor, dass keineswegs wie Flourens und die Meisten nach ihm meinten, die Seele eine Art Gesammtfunction der Gesammtheit des Grosshirns ist, deren Ausdruck man wohl im Ganzen aber nicht in seinen einzelnen Theilen durch mechanische Mittel aufzuheben vermag, sondern dass vielmehr sicher einzelne seelische Functionen, wahrscheinlich alle, zu ihrem Eintritt in die Materie oder zur Entstehung aus derselben auf circumcripte Centra der Grosshirnrinde angewiesen sind. —

II.

Untersuchungen zur Physiologie des Grosshirns.[1])

Die vorliegenden Untersuchungen schliessen sich unmittelbar dem Inhalte der vorstehenden Arbeit an. Die in jener mitgetheilten Versuche mussten sich insofern sie ein ganz neues Gebiet eröffneten, natürlich nur auf eine mehr allgemeine Bearbeitung der wichtigsten Fragen beschränken. Dass das Detailstudium jeder Einzelnen derselben wieder das Object besonderer Arbeit würde sein müssen, war vorauszusehen.

Nachdem sich nun der Fortsetzung der von Fritsch und mir zum ersten Male mit nachgewiesenem Erfolg am Grosshirn ausgeführten Lähmungsversuche ein anderer Forscher mit vielem Glücke zugewendet hat, werde ich mich vorerst auf die Mittheilung von Reizversuchen beschränken. Ich begann dieselben bereits im Jahre 1870, konnte sie jedoch erst mit Beginn des Jahres 1873 wieder aufnehmen. Auch mit ihnen beanspruche ich nicht etwas Abgeschlossenes, sondern lediglich die Resultate einer längeren Arbeitsperiode zu geben.

1. Polare Einflüsse.

Wir hatten in jener Abhandlung bereits ein constantes Vorwiegen der Anode erwähnt. Wir fanden, dass innerhalb der minimalen Stromstärke nur die Anode, nicht aber die Kathode eine

1) Diese Abhandlung wurde unter dem Titel: „Untersuchungen zur Physiologie des Gehirns, vierte Abhandlung" zuert publicirt in Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1873, Heft 3 und 4.

Zuckung auslöst, ferner dass durch eine vorgängige Wendung die Erregbarkeit gegen beide Elektroden erhöht wird.

Da die beiden Elektroden sich hier ganz anders verhalten, wie an peripheren Nerven, so war es unerlässlich, wenigstens die Kenntniss von den Thatsachen so weit als möglich zu befestigen und zu vervollständigen, wenn sich auch eine Erklärung derselben vielleicht noch nicht geben liess. Den hierauf gerichteten Bemühungen standen grosse experimentelle Schwierigkeiten entgegen, die sich bei einem Theile der später anzuführenden Versuche wiederholten und die ich deshalb hier ein für alle Mal erwähne. Das Eintreten oder Ausbleiben eines Reizeffectes ist immer abhängig einmal von dem eigenen Verhalten des zu reizenden Organes, dann von der Art und Grösse der erzielten elektrischen Dichtigkeitsschwankungen. Mit Sicherheit vergleichbare Resultate lassen sich nur erreichen, wenn der eine Factor wenigstens constant erhalten werden kann. Die Reizversuche am Grosshirn haben aber den Uebelstand, dass beide Factoren unbeabsichtigten Veränderungen unterworfen sind.

Die Veränderungen am Gehirn selbst beginnen, namentlich wenn das Versuchsthier nicht narkotisirt ist, mit und durch die vorbereitende Operation. Ist das Gehirn freigelegt, so beginnt es zu erkalten und zu betrocknen, allmählig auch zu collabiren. Diese letzteren Veränderungen gehen indessen mit einer gewissen Stetigkeit und Langsamkeit vor sich, so dass man sie allenfalls controliren kann. Der plötzlichen Ueberfluthung des Versuchsfeldes durch Cerebrospinalflüssigkeit lässt sich begegnen, wenn man einen kleinen von Zeit zu Zeit zu erneuernden Schwamm an einer basalwärts gelegenen Stelle zwischen Hirn und M. temporalis anbringt. Unberechenbar sind jedoch die in jedem Augenblicke wechselnden Veränderungen, durch welche die reizenden Stromstösse in ihrem absolutem Reizwerthe beeinflusst werden. Ein zu untersuchender Nerv liegt den Elektroden gleichmässig an; das Gehirn aber befindet sich in fortwährender Bewegung sowohl durch die Respiration als durch die arterielle Pulsation. (Die durch letztere bewirkten Bewegungen lassen sich in der Apnoe, als die Gesammtmasse des Gehirns verschiebend, vortrefflich beobachten.) Da man mit der Stromstärke des Zuckungsminimums zu untersuchen hat, so kommt dieser Umstand wesentlich in Betracht.

Ferner machen die Thiere nicht selten mit dem ganzen Körper unvermuthete Bewegungen. Wenn man nun auch durch grosse Aufmerksamkeit das Eindringen der Elektroden in's Gehirn und die dadurch gesetzte Vereitelung des Versuches vermeiden kann, so muss man sich doch nach jeder willkürlichen Bewegung die eben inne gehabte Stelle von Neuem aufsuchen und damit den Versuch von Neuem beginnen. Endlich gewinnt auch die zum Halten des Elektrodenpaares unentbehrliche menschliche Hand nicht annähernd die gleichmässige Sicherheit einer mechanischen Vorrichtung.

Unter diesen Umständen ist die am Nerven immer zu erzielende Gleichmässigkeit der Erscheinungen am Hirn um so weniger zu erreichen, als wie wir sehen werden durch jeden Reizversuch selbst erhebliche Veränderungen der Erregbarkeit entstehen. Wahrscheinlich spielen obenein die Lebensvorgänge innerhalb des Organes eine Rolle von der wir uns keine Vorstellung machen können.

So musste ich denn zufrieden sein, wenn ich durch häufige Wiederholung derselben Versuche dahin kam, die eintretenden Zufälligkeiten auf ihren wahren Werth zurückzuführen.

Die Anordnung der Versuche war ähnlich der in der vorstehenden Abhandlung beschriebenen. Nur benutzte ich diesmal eine 10-gliederige Kette von kleinen Meidingern, die einen etwas schwächeren Strom gaben als die Pappelemente, ferner konnte der Widerstand der Nebenschliessung um einzelne S. EE. verändert werden, endlich war die Leitung überall durch Schrauben oder Quecksilber vermittelt. Die Versuche wurden an Hunden ausgeführt. —

Wenn man die Reaction eines beliebigen Centrums von den schwächsten Strömen ausgehend untersucht, so findet man regelmässig, dass bei zunehmender Stromintensität die erste Zuckung durch die Stromwendung hervorgebracht wird, und zwar wenn dabei die Anode auf das Centrum kommt. Dann fängt die einfache Anoden-Schliessung an, wirksam zu werden, dann die Wendung auf die Kathode, endlich die Kathoden-Schliessung.

Untersucht man mit jeder der beiden Elektroden einzeln, ohne Wendungen dazwischen zu schieben, so findet man Folgendes: Bei der niedrigsten überhaupt erregenden Stromintensität löst nur die erste Anoden-Schliessung eine Zuckung aus, die folgenden erzielen

Ruhe. Wächst die Stromstärke genügend, so steigt die Zahl der aufeinanderfolgenden Zuckungen, aber so, dass die erste immer am stärksten ausfällt, und die Ausgiebigkeit der späteren gleichmässig abnimmt, bis sie endlich ganz ausbleiben. Schliesslich erreicht man eine Stromstärke, bei der die Zuckungen überhaupt nicht mehr ausbleiben, mögen auch noch so viele Erregungen mit der gleichen Elektrode aufeinander folgen. Gleichwohl kann man dabei noch die mit der Zahl der aufeinanderfolgenden Zuckungen Hand in Hand gehende Abnahme ihrer Intensität erkennen.

Die Kathode verhält sich ganz ähnlich, nur dass das Zuckungsminimum stets viel höher liegt und die Zahl der bei gleicher Stromintensität auftretenden Zuckungen immer hinter der durch die Anode hervorgebrachten zurückbleibt.

Schiebt man eine Wendung dazwischen, so steigt bei beiden Elektroden das Zuckungsminimum sofort auf eine sehr viel niedrigere Stromstärke herab.

Namentlich dieser Umstand ist es, der den Gedanken an einen bestimmenden Einfluss der Polarisation sofort wachruft. Unpolarisirbare Elektroden liessen sich nicht anwenden, so wurden denn während einer Reihe von Versuchen die Platinknöpfchen nach jeder Reizung abgewischt, bei einer anderen Reihe auch die gereizte Stelle mit einem feuchten Schwamme überstrichen, ohne dass dadurch aber die eigenthümliche Folge der Reizeffecte geändert worden wäre. Es änderte auch nichts, wenn ich zwischen je zwei Reizungen einen Zeitraum von 2 Minuten verstreichen liess. Hingegen trat häufig Aenderung ein, wenn ich auf eine Anzahl wirkungsloser Reizungen eine solche mit einem um Vieles stärkeren, zuckungserregenden Strome, natürlich mit derselben Elektrode folgen liess. Dann ging das Zuckungsminimum gegen den Reiz der gleichen Elektrode nicht selten sehr erheblich herab. Alles dieses spricht wohl nicht für einen b e s t i m m e n d e n Einfluss der Polarisation.

D i e A n o d e w i r k t a l s o d u r c h g e h e n d s s t ä r k e r a l s d i e K a t h o d e ; e i n e n o c h s o k u r z e S c h l i e s s u n g d e r K e t t e s e t z t i n n e r h a l b s c h w a c h e r u n d m i t t l e r e r S t r o m s t ä r k e n d i e E r r e g b a r k e i t g e g e n d i e s e l b e E l e k t r o d e h e r a b u n d e r h ö h t s i e g e g e n d i e a n d e r e. Das letztere Verhalten lässt sich aber

einem analogen Verhalten der motorischen Nerven wegen der Kürze der erforderlichen Stromdauer und wegen der enormen Abschwächung des Reizeffectes durchaus nicht parallel setzen.

Wenn man sich auf der Hirnrinde orientiren will, so muss man diese Thatsachen durchaus kennen und in Rechnung ziehen.

Einige der hierher gehörigen Versuche waren ohne jede Narkose angestellt worden. Indessen ist dies wegen der willkürlichen Bewegungen und der stossweisen unregelmässigen Respiration der Hunde ausserordentlich beschwerlich. Ich untersuchte deshalb zuvörderst dasselbe Thier unmittelbar nach einander ohne und mit Morphium-Narkose. Nachdem sich die hierbei etwa vorhandenen Differenzen als durchaus in der Breite der Fehlerquellen liegend gezeigt hatten, wurden alle ferneren Versuche in der Morphium-Narkose angestellt.

2. Einfluss des Aethers und des Morphiums.

Wir hatten a. a. O. beiläufig erwähnt, dass weder die Aether- noch die Morphium-Narkose einen wesentlichen Einfluss auf das Gelingen der Versuche hat, und dieser Satz ist allerdings in der ihm gegebenen beschränkenden Fassung richtig. Indessen hatte ich bereits im Jahre 1870 gefunden, und dies auch auf der Naturforscherversammlung in Leipzig ausgesprochen[1]), dass man durch sehr grosse Gaben Aether die Zuckungen zum Schweigen bringen kann[2]). Genaueres Studium ergab einen, nicht nur wegen der ferneren darauf zu basirenden Schlüsse, sondern auch an und für sich sehr interessanten Sachverhalt.

---

1) S. das Tageblatt S. 75.

2) Am 27. April 1873 erhielt ich von Hrn. Professor Schiff einen Bogen (S. 529—544) aus einem noch nicht publicirten, in italienischer Sprache geschriebenen Buche. An dieser Stelle ist von ähnlichen Versuchen die Rede, wie die, von denen ich in diesem und dem nächsten Capitel berichten werde. Schiff kam aber zu ganz anderen Resultaten und Schlüssen. Ich bemerke, dass ich am 26. April 1873 32 Vivisectionen, von denen beinahe jede mehrere Versuchsreihen umfasst, bereits angestellt hatte, und 35 fernere noch anstellte, und sage Hern. Professor Schiff für die gehabte Aufmerksamkeit meinen Dank. —

Nachträglicher Zusatz: Das fragliche Werk ist mir inzwischen zugegangen; es ist die zweite Auflage von Schiff's Lezioni di Fisiologia sperimentale sul sistema nervoso encefalico. Ich hege keinen Zweifel, dass Schiff

Wenn man ein Thier so tief ätherisirt, dass jede Spur von Reflexen aufgehört hat, so findet man die elektrische Erregbarkeit des Gehirns theils erhalten, theils verloren. Ich untersuchte den Zustand der Reflexerregbarkeit stets von der Conjunctiva aus, und wandte ausserdem noch irgend eine intensive sensible Reizung an, Zerrung an den Resten der Dura, Application eines sehr starken Inductionsstromes innerhalb der Nase oder an einer kleinen Hautwunde zwischen den Zehen einer Hinterpfote. Wenn nirgends mehr Reflexe auftraten, und das Thier mit Ausnahme der respiratorischen Bewegungen absolut ruhig lag, so reagirte das Grosshirn an der einen oder der anderen Stelle auch auf die stärksten Ströme nicht, während irgend eine andere Stelle sofort mit einer Reaction antwortete. Gab ich nun noch mehr Aether, so gelang es für kurze Zeit, aber in der That nur für ganz kurze Zeit, jede Reaction aufzuheben. Sobald aber mit der weiteren Zufuhr von Aether nachgelassen wurde, dauerte es nur Secunden, bis wieder Zuckungen zu erregen waren.

Von dem geschilderten Verfahren habe ich nie auch nur eine einzige Ausnahme beobachtet. Es liegt aber auf der Hand, dass man, wie es geschehen ist, zu irrthümlichen Ansichten von den Wirkungen der Aether-Narkose gelangen kann, wenn man den Schädel nur mittelst einer einfachen Trepankrone eröffnet, und damit zufällig auf eine unerregbar gewordene Stelle geräth.

Von der Anwendung des Chloroforms habe ich abgesehen, nachdem mir mehrere Hunde hintereinander bereits bei Beginn der Inhalation todt geblieben waren.

Das Morphium verhält sich in jeder Beziehung ganz anders wie der Aether. Man hat in neuerer Zeit den Satz aufgestellt, das

---

zu denselben Resultaten wie ich kommen wird, wenn er die gleichen Versuchsbedingungen herstellt. Uebrigens hat derselbe unsere Bemerkungen über die Wirkung der Inductionsströme nicht aufmerksam gelesen. Er citirt dieselben so, als hätten wir das Vorkommen tetanischer Contractionen bei Reizung mit Strömen der äusseren Spirale in Abrede gestellt. Man wolle sich auf Seite 16 überzeugen, dass wir dasselbe vielmehr ausdrücklich und zwar an der Spitze jenes Passus erwähnt haben. Damit würden auch die Schlüsse hinfällig werden, welche auf ein solches, lediglich vorausgesetztes Verhalten basirt sind.

Morphium erhöhe die Reflexerregbarkeit. Dieser Satz ist in dieser allgemeinen Fassung nicht genau, wie überhaupt durch die Beschreibungen die wirklich vorhandenen Symptome der Morphium-Narkose nicht erschöpft werden. Hierbei spielt die Dosirung und die Dauer der Vergiftung eine wichtige Rolle. Ich selbst bringe nur das für die gegenwärtige Untersuchung zu wissen Nothwendige bei, indem ich mich auf die Schilderung eines bestimmten Stadiums der Vergiftung beschränke und mir nähere Angaben vorbehalte. Schmerzhafte Eingriffe werden von einem gut durch Morphium narkotisirten Thiere selten mit Schreien und Versuchen sich loszureissen beantwortet, auch die plötzlichen Rucke mit Kopf und Körper, welche sonst schon bei geringen Beleidigungen der Dura eintreten, fehlen bei diesen. Insbesondere beantworten die Thiere den von der Operationswunde herrührenden continuirlichen heftigen Reiz nicht in der angeführten Art. Hingegen ist der reflectorische Lidschluss stets ungestört, die Extremitäten werden auf schmerzhafte Eingriffe in der Regel zurückgezogen, und auf heftige Insultirung der Nase folgt in der Regel eine Wischbewegung mit der Vorderextremität.

Mit mittleren Gaben Morphium betäubte Hunde verhalten sich also gegen Reflexreize ähnlich, wie Thiere, denen man das Grosshirn genommen hat. Reflexversuche und Reizversuche an ätherisirten Thieren lassen andererseits den sicheren Schluss auf eine vorübergehende Lähmung einer sich durch das ganze Gehirn und Rückenmark hindurchziehenden Organenkette zu.

Ebenso verschieden gestaltet sich die Reaction des Grosshirns auf den elektrischen Reiz. Man kann den Hunden verhältnissmässig grosse Dosen Morphium, sei es subcutan, sei es durch die Venen, beibringen, ohne dass die Reaction je aufhörte. Im Gegentheil scheinen die Reizeffecte schwacher Ströme bei mittelstarken Vergiftungen regelmässiger einzutreten, insofern als die die Erregbarkeit für die gleiche Elektrode herabsetzende Wirkung des Stromes nicht ganz so bedeutend ist.

Wenn man sich der jetzt wohl allgemein acceptirten Ansicht, dass die Hirnrinde das Feld der Vorstellungen sei, anschliessen will, so stimmen diese Reizversuche mit den am Menschen gesammelten Erfahrungen über den Einfluss dieser beiden Mittel auf das Fort-

bestehen der Vorstellungen gut überein. Der Aetherschlaf führt eine absolute Pause in den psychischen Thätigkeiten herbei. Die Morphium-Narkose kann hingegen von Träumen belebt sein, die eine hinreichende Intensität gewinnen, um Erinnerungsbilder zurückzulassen.

3. Einfluss der Apnoe.

Aus aprioristischen Gründen glaubte ich einen Einfluss der Apnoe auf die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns annehmen zu sollen. Für diesesmal beschränkten sich meine Versuche darauf, den Zustand der Reflexerregbarkeit während der Apnoe und das gleichzeitige Vorhandensein oder Nichtvorhandensein der elektrischen Erregbarkeit zu constatiren, während ich auf die genauere Feststellung gradueller Differenzen Verzicht leisten musste.

Rosenthal[1]) hatte ursprünglich die Reflexe auch in der Apnoe fortbestehen sehen. Später wollte jedoch Uspensky[2]) ihr Ausbleiben beobachtet haben.

Den von mir untersuchten Thieren wurde nach dem Schlage eines Metronoms durch einen ziemlich grossen und gut schliessenden Blasebalg Luft verschieden lange Zeit eingeblasen. Unmittelbar vor der gläsernen in der Trachea befestigten Canüle befand sich in dem Kautschuckschlauche ein viereckiges Loch, dessen zwei senkrecht auf die Längsaxe des Rohres stehende Seiten durch Einschnitte verlängert waren. Auf diese Weise war neben dem Loche ein federndes Ventil vorhanden, das bei der häufig angewendeten Steigerung des Druckes doch ein übermässiges Anschwellen desselben verhinderte.

Die Respirationsfrequenz der Thiere wurde vor Beginn der Lufteinblasung beobachtet[3]), dann mit einer um etwas höher liegenden

1) Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus vagus. Berlin 1862. S. 152.

2) Der Einfluss der künstlichen Respiration auf die Reflexe. Archiv für Anatomie und Physiologie 1869. S. 401.

3) Dabei sah ich, dass man den schnellen oberflächlichen Respirationsrhythmus geängstigter Thiere durch Ansatz eines verschieden langen Rohres nach Belieben verlangsamen, meist auch regelmässig machen kann. Bei manchen physiologischen Versuchen dürfte sich dies mit Vortheil verwerthen lassen.

Zahl von Stössen begonnen und innerhalb der ersten 3—5 Minuten auf 120—150 Stösse gestiegen. Alsdann wurde der Druck allmählig gesteigert.

Waren nun die Thiere nicht narkotisirt, so machten sie während der Ventilation, nicht selten schon während der Periode des niedrigen Druckes und sowohl bei geringer als bei grosser Frequenz der Einblasungen, fast regelmässig aber während des höheren Druckes willkürliche Respirationsbewegungen, die im letzteren Falle beim Pausiren des Blasebalges mit einer tiefen Exspiration endigten. Ausserdem suchten sie sich wohl mit aller Kraft loszureissen. Wenn man nun unmittelbar nach diesen willkürlichen Actionen die hinreichend lange fortgesetzte Ventilation unterbrach, so war gleichwohl Apnoe vorhanden. Dass unter diesen Umständen die Reflexerregbarkeit unversehrt war, bedarf keiner Erwähnung.

Waren aber dieselben Thiere durch Morphium betäubt, so lagen sie still und die Apnoe dauerte länger — bis zu 6 Minuten. Nichtsdestoweniger zeigte die Reflexthätigkeit keine erhebliche Veränderung. Höchstens trat auf Berührung der Wimpern kein Lidschluss ein, wenn man die Lider sanft mit den Fingern fixirte. Liess man jedoch die Finger fort, oder berührte die Conjunctiva, so war der Lidschluss sofort da.

Ich gebe auf der folgenden Seite das Protokoll eines derartigen Parallelversuches. Nachdem das in demselben erwähnte Thier 29 Minuten lang ohne gleichzeitige Narkose ventilirt worden war, trat eine unvollständige Apnoe von 90 Secunden ein, während eine Ventilation von nur 16 Minuten das narkotisirte Thier in eine Apnoe von 205 Secunden, die während 140 Secunden vollständig war, versetzte.

Die Erklärung für das fragliche Verhalten liegt auf der Hand. Furcht und Schmerz, hier hervorgerufen durch die Reizung der Nerv. laryng. inferr., vermehren das Respirationsbedürfniss namentlich kleinerer Thiere bekanntlich ganz enorm, durch das Morphium aber wird das Zustandekommen dieser Affecte verhindert.

Ich brauche wohl kaum hinzuzusetzen, dass ich mich durch Controlversuche überzeugte, dass nicht etwa die Wiederholung der künstlichen Respiration als solche, sondern in der That das Narkoticum den erwähnten Einfluss ausübte.

Kleiner Hund von 3900 grm. Respirationsfrequenz durch die Canüle 170, durch den 1,5 m. langen Schlauch 64 und viel tiefer. Ohne Morphium.			Derselbe Hund in Morphium-Narkose. Injection: Minute 35.		
Zeit.	Künstliche Respiration.	Verhalten der Reflex- uud sonstigen Bewegungen.	Zeit.	Künstliche Respiration.	Verhalten der Reflex- und sonstigen Bewegungen.
Min. 1—4.	95—150 geringer Druck.	Versuche sich loszureissen, willkürliche Respirationen.	Min. 42—46.	100—150 geringer Druck.	
- 4—10.	150 geringer Druck.		- 46—47.	150 geringer Druck.	
- 10.	Anwachsen des Druckes.		- 48—57.	Hoher Druck.	
			Beginn 58.	Aussetzen.	
- 24.		Desgleichen.	Min. 58 incl. —59 Sec. 20.		Vollständige Apnoe, während derselben spontane Schluckbewegungen.
- 10—29.	150 unter hohem Druck.	Desgleichen.			
Beginn der Min. 30.	Aussetzen.		Min.59Sec.20.		Athemzug.
Min. 29 S. 2.		Tiefe Exspiration.	- - - 27.		Athemzug.
- 29 - 24.		Tiefe In- und Exspiration, darauf wellenförmige Bauch- und Thoraxbewegungen.	- 60 - 15.		Athemzug.
			- - - 25.		Regelmässige Respiration, 36 in der Minute.
- 30 - 30.		Regelmässige Respiration, 30 in der Minute.			Reflexe während der ganzen Zeit intact.
		Reflexe während der ganzen Zeit intact.			

Wenn man nun ein Thier zur künstlichen Respiration vorbereitet, es alsdann in tiefe Aether-Narkose versetzt und endlich die künstliche Respiration einleitet, so verhält es sich so lange die Aetherwirkung dauert, nämlich 5—10 Minuten lang wie ein narkotisirtes, alsdann aber wie ein nichtnarkotisirtes Thier, d. h. die Apnoe kommt schwer und unvollkommen zu Stande — die Reflexe hören nur während der tiefen Narkose gänzlich, nachher ganz und gar nicht auf.

Man mag aber ein Thier auf welche Weise man will apnoisch machen, niemals ist während der Apnoe ein Aufhören oder deutliches Nachlassen der elektrischen Erregbarkeit des Grosshirns zu beobachten. Geringere Schwankungen der Erregbarkeit, sowohl positive als negative, habe ich allerdings gefunden. Wie viel auf diese jedoch zu geben ist, lehren die ad 1 erwähnten Verhältnisse.

Die bisher angeführten Versuche wurden hauptsächlich in der Absicht angestellt, das Material zu vermehren, auf Grund dessen man sich ein genaueres und mehr motivirtes Urtheil wird bilden können über die Art, wie die von uns beschriebenen cerebralen Zuckungen zu Stande kommen.

4. Augenmuskeln und Facialis.

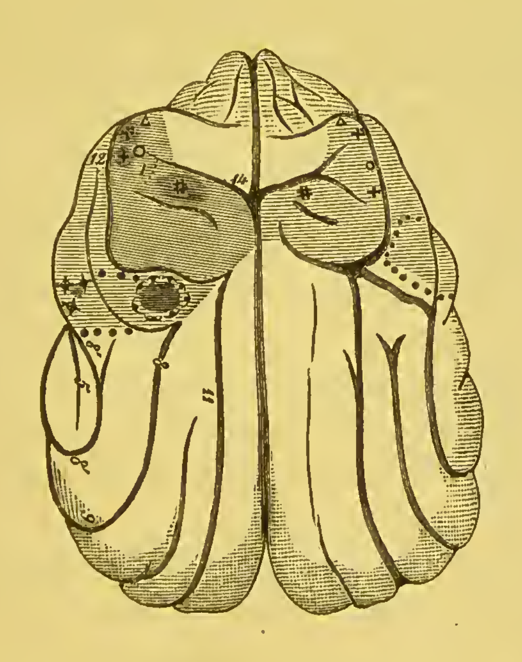
Fritsch und ich hatten früher vergeblich nach einem Centrum für die Augenmuskeln gesucht. Gleichwohl schien mir ein Centrum auch für diese Muskeln im Grosshirn existiren zu müssen. Man kennt zwar bereits verschiedene Hirnprovinzen, deren Reizung die Bulbi in Bewegung setzt. Da diese Bewegungen aber sämmtlich combinirte beider Augen sind, so durfte man wohl annehmen, wie ich dies anderweitig[1]) bereits ausgesprochen habe, dass sie nicht von Vorstellungs-, sondern vielmehr von Reflex- oder Coordinationsorganen abhingen. Es musste also der Analogie nach noch irgendwo, vermuthlich in der Grosshirnrinde, ein Organ für isolirte Augenbewegungen mit ähnlicher Dignität, wie die übrigen von uns gefundenen Centren, existiren.

---

1) Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1871. S. 756.

Meine Voraussetzung fand sich durch die Wirklichkeit auf das Vollständigste gerechtfertigt. Nachdem ich der Sache auf die Spur gekommen war, sah ich auch sogleich, warum wir früher weniger glücklich gewesen waren. Das Centrum für die Augenmuskeln fällt nämlich mit einem Theile des Facialis-Centrums zusammen s. Fig. 2 ⚙. Wir wurden also durch den Lidschluss, und bei Verhinderung desselben durch die dennoch stattfindende Contraction des Orbicularis palpebrarum gestört. Ausserdem sind die Excursionen des Bulbus bei dieser Form des Versuches manchmal selbst auf starke Strömen nur gering.

Fig. 2.



Zur Beseitigung dieser Hindernisse machte ich, als ich sie erst einmal kannte, den Versuchsthieren die Neurotomie des Facialis und stach ausserdem eine Carlsbader Nadel, an deren Kopf eine senkrechte Papierfahne befestigt war, als Fühlhebel durch das Centrum der Cornea in den Glaskörper.

Als ich nun die Centren so hergerichteter Thiere reizte, machte der Fühlhebel synchronisch eine Bewegung in der Regel nach einer Richtung, manchmal aber auch zwei ausserordentlich schnell aufeinander folgende Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen, so

dass der zweite Theil der ersten Bewegung von der zweiten gleichsam verschlungen wurde. Ferner war sehr auffallend, dass man bei der einen Reihe von Versuchen immer dieselbe Muskel- und zwar mit Vorliebe Superior-Wirkung bekam und keine andere, und dass dann bei einer anderen Reihe ein anderer Muskel, insbesondere der Abducens an die Stelle des Superior trat.

Die Erwägung der eben angeführten Umstände liess mich den Schluss ziehen, dass die Innervation der Augenmuskeln ebenso um einen relativ kleinen Heerd gruppirt sei, wie wir das von den einzelnen Muskelmechanismen der Extremitäten nachgewiesen haben, und wie ich es gelegentlich der vorliegenden Arbeit noch mehr im Detail studirte. Wenn dieser Schluss richtig war, so erklärte sich das Zustandekommen der zuerst angeführten Doppelbewegung daraus, dass der Verlauf der Stromcurve in dem Centrum für den einen Augenmuskel ein um etwas anderer war, als in dem Gebiete des Antagonisten. Das sodann angeführte gänzliche Ausbleiben der Bewegung nach drei von den vier Seiten hin war andererseits dadurch zu erklären, dass Lagerungs- und Leitungsverhältnisse im gegebenen Falle auch bei Verschiebung der Elektroden für das nach der vierten Seite hin drehende Centrum so besonders günstig blieben, dass in Folge stärkerer Erregung dieses Centrums die Erregung der anderen Centren latent blieb. Mit der Voraussetzung gemeinschaftlicher Erregung sämmtlicher Centren war auch die Geringfügigkeit der Excursionen überhaupt leicht verständlich.

Der Nachweis für die Richtigkeit meiner Annahme war leicht zu führen. Ich durchschnitt einfach den einen der Augenmuskeln nach dem anderen, je nach der Reihenfolge, in der ihr Reizeffect zu Tage trat, und hielt den Bulbus an einem durch die Conjunctiva gezogenen Faden in der Mittelstellung. So gelang es mir, die Wirkung der vier graden Augenmuskeln nach einander zur Anschauung zu bringen, mit den schiefen habe ich mich nicht beschäftigt. Der Index des Auges der gleichen Seite blieb inzwischen, wie ich noch hervorhebe, stets in Ruhe.

Diese Thatsachen sind in verschiedener Beziehung von Interesse. Erstens erkennen wir dort ein Organ, von dem aus man in der That einseitige Bewegungen jedes Auges hervorbringen kann, also

Bewegungen, die wesentlich unterschieden sind von den Reizeffecten anderer Centralgebiete der Augenmuskeln.

Zweitens erklärt sich aus dem Ineinandergreifen der Innervationsgebiete des Facialis und der Augenmuskeln rein anatomisch der längst bekannte Consensus zwischen Lid- und Bulbusbewegungen, der nun bei undurchschnittenem Facialis von dem elektrischen Reize nachgeahmt, reproducirt wird. Wir müssen bekanntlich bei Hebung oder Senkung der Blickebene das obere Lid zwangsmässig ebenfalls heben oder senken, während andererseits eine kräftige Innervirung des Sphincter palpebrarum den Bulbus in die Höhe steigen lässt.

Diese Thatsache gewinnt aber drittens an Gewicht, wenn ich hinzufüge, dass von dem angeführten Innervationscomplexe aus, was den Facialis angeht, auch nur die um das Auge gelagerten Muskeln versorgt werden. Die Muskeln der unteren Gesichtshälfte lassen sich hingegen von einer mehr lateral und basalwärts gelegene Partie aus reizen. Man kann deswegen diesen eben in Frage kommenden Heerd, unbekümmert um den Verlauf der von ihm abhängigen peripheren Bahnen, als ein für die Bewegung und den Schutz der Augen bestimmtes Centrum auffassen.

5. Umfang und erregbare Verbindungen der Centren.

Aus dem, was unter 1. über die herabstimmende Wirkung der Pole gesagt worden ist, erhellt, dass die räumliche Ausdehnung der von uns sogenannten Centren, sowie ihre erregbaren Verbindungen und Verbindungsbahnen mit einiger Sicherheit nur durch metallische Stromwendungen erforscht werden können. Ich benutzte zu diesem Zwecke die Pohl'sche Wippe. Die sonst ja so viel bequemeren tetanisirenden Inductionsströme darf man nicht anwenden, da schon ganz schwache Ströme zu Nachbewegungen und epileptiformen Anfällen führen. Jeder epileptiforme Anfall lässt das Gehirn in einem für diese Versuche unbrauchbaren Zustande zurück.

Für eine richtige Beurtheilung der von der Convexität aus hervorgebrachten Reizeffecte müssen die Blutgefässe der Pia in Rechnung gezogen werden. Wenn überhaupt keine Blutgefässe vorhanden wären, sondern das Reizobject eine gleichmässig feuchte Masse ausmachte, so könnte man sich das bei schwachen Strömen von wirk-

samen Schleifen durchzogene Gebiet etwa in der Form einer Halbkugel vorstellen, deren Schnittfläche auf der Convexität läge. Dass die Radien dieser Halbkugel nur klein sind geht aus dem bei geringer Verschiebung der Elektroden vorhandenen Aufhören der Reizeffecte und aus anderen in der Folge anzuführenden Umständen hervor. Sobald aber ein Blutgefäss der Pia jene imaginäre Schnittfläche kreuzt, blendet es als gutleitende Nebenschliessung alle sonst jenseits seiner Bahn fallenden Stromschleifen ab.

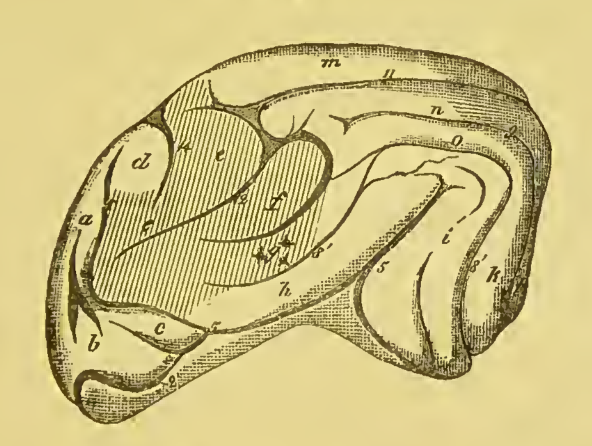
Der Gyrus *d* der Fig. 3 ist in einem lateralen Theile motorisch, in den übrigen Theilen ist er nicht motorisch. Die ihn bedeckende Pia enthält eine kleine Vene, welche sich an der Grenze des lateralen Viertels dieses Gyrus in den von der Fissura frontalis aufgenommenen Stamm ergiesst. (Entsprechend der medialen Grenze der Schraffirung Fig. 2 u. 3). Dieser Ast liegt in seltenen Fällen mehr lateralwärts, so dass er eine fast gradlinige Fortsetzung des Stammes zu bilden scheint. Befindet sich dieser Ast an der gewöhnlichen Stelle, und placirt man die Elektroden selbst unmittelbar neben seinen medialen Rand, so kann man mit unverhältnissmässig starken Strömen reizen, ohne dass ein Reizeffect eintritt. Befindet sich der Ast aber an der ungewöhnlichen Stelle, so führt bei Wahl der gleichen Einströmungsstellen schon eine mässige Verstärkung des Stromes über den Werth des Zuckungsminimums zu Muskelcontractionen. Man wird also annehmen dürfen, dass die erregbare Zone mit dem lateralen Viertel des durch *d* Fig. 3 bezeichneten Gyrus abschneidet. Nach der gleichen Methode wurde die hintere Grenze der erregbaren Zone bestimmt.

Eine wesentliche Erleichterung für das Auffinden der erregbarsten Stellen bietet der Umstand, dass diese immer in einem Raume liegen, welcher von kleinsten, für das blosse Auge sichtbaren Gefässen freigeblieben, ringsum durch die Verästelungen mehrerer Gefässzweige eingefasst wird. Wäre mir dieses, namentlich im supersylvischen Gyrus (Owen) deutliche Verhalten früher bekannt gewesen, so würde mir viele Mühe erspart worden sein.

Da der Verbreitungsbezirk wirksamer Stromschleifen, wie schon angeführt, bei schwachen Strömen klein ist, so kann man den Schluss ziehen, dass Reizeffecte, welche auftreten nachdem man sich um

etwas von dem eigentlichen Centrum entfernt, und den Strom um ein Geringes über den Werth des Zuckungsminimums verstärkt hat, von solchen Gebilden abhängig sind, die nicht tief unter der Oberfläche und zwar der jedesmal erforderlichen Stromverstärkung entsprechend tief unter ihr gelagert sind. Freilich ist es in jedem einzelnen Falle nöthig, diese Annahme dadurch zu controliren, dass man die Elektroden bei gleicher Stromstärke gleichweit in anderer Richtung von den Centren, welche durch Schleifen gereizt sein könnten, nach einem nicht von grösseren Gefässen durchzogenen Terrain dislocirt. Wegen der mit Sicherheit nicht berechenbaren Gefässeinflüsse haben derartige Schlüsse jedoch immer nur den Werth der Wahrscheinlichkeit, nicht den der Sicherheit.

Fig. 3.



5 Fossa Sylvii. 14 Fissura frontal. (Owen), cruciata (Leuret). 12 Fiss. coron. (Owen). *a-d* Stirnwindungen. *e-h* Scheitelwindungen. *m-o* Hinterhauptswindungen. *i-l* Schläfenwindungen.

Auf Grund dieser Anschauungen und Methoden wurden die auf der Figur 2 und 3 markirten Grenzen gezeichnet. Am Weitesten nach Hinten liegt das Centrum für Facialis und Augenmuskeln. Die doppelt geschwänzten Punkte fassen den von mir sogenannten Heerd für Bewegung und Schutz des Auges ein. Die durchkreuzten Punkte bezeichnen einen Heerd für die untere Hälfte des Gesichtsnerven.[1])

1) Ergänzende Untersuchungen über diese Aggregate des Facialis finden sich in der nachfolgenden Abhandlung.

Die zwischen beiden liegenden einfachen Punkte begrenzen ein Gebiet, welches weniger erregbar als die eben genannten, aber erregbarer als die nach vorn liegenden Nachbargebiete ist, und zum Facialis in Beziehung steht.

Im Uebrigen sollen die Zeichen die Mittelpunkte der erregbarsten Stellen, und die Stärke der sie umgebenden Schraffirung den Grad der Erregbarkeit von der Oberfläche aus andeuten. In Folge der variablen Form der Gyri wird man die einzelnen Centren gelegentlich etwas verschoben finden. Der Strich im Gyrus *e* Fig. 2 (vgl. Fig. 3) bedeutet einen Punkt, welcher gleichzeitige Innervation der beiden rechten Extremitäten setzt. Zwischen ihm und dem Centrum + liegt wieder eine weniger erregbare Strecke.

Bei △ bedarf man überhaupt etwas stärkerer Ströme. Je nach der gewählten Stromintensität und je nach geringen Ortsveränderungen bewegen sich bei Reizung dieser Stelle nur Nacken- oder Hals- oder Rumpfmuskeln gemeinschaftlich. Wenn man durch Zurückpräparirung der Haut die oberflächlichen Nackenmuskeln entblösst, so kann man sich ferner durch das Gesicht und durch Zufühlen überzeugen, dass sich bald einmal diese, bald wieder die tiefen Schichten contrahiren. Ausserdem sieht man aber, dass die Zusammenziehung bald einseitig bald doppelseitig und zwar mit gleicher Stärke, oder auch bald einmal rechts bald einmal links stärker, ferner mit einer gewissen Langsamkeit vor sich geht. Ebenso contrahiren sich die sämmtlichen Muskeln des Rumpfes bei einseitiger Reizung doppelseitig.

Wenn man mit einem Lanzenrheophor[1]) am lateralen Ende der Furche 14 bei *o* bis zu einer Tiefe von 9—12—18 Mm. einsticht und dann reizt, so erhält man 1) doppelseitige starke Contractionen sämmtlicher Stammmuskeln, 2) ausgedehnte und starke Contractionen an beiden gegenüberliegenden Extremitäten, 3) beschränktere aber kräftige Contractionen der hinteren gleichseitigen Extremität, 4) schwache und beschränkte Contractionen der gleichseitigen Vorder-

1) So nenne ich ein Instrument, welches aus einer starken, durchbohrten, stählernen Lanzennadel besteht, die in der Bohrung einen isolirten Platindraht führt. Nadel und Draht sind mit je einem Pole verbunden. Aeussere Isolirung der Lanze ist nicht erforderlich.

extremität. Auf Frontal- und Sagittalschnitten erkennt man alsdann, dass man sich in der vorderen Spitze des Linsenkernes befand. Geht man noch tiefer und bis auf die Basis ein, so hören selbst bei viel stärkeren Strömen die Zuckungen wieder gänzlich auf. Auch dies spricht dafür, dass der Leitungswiderstand der Hirnsubstanz gross, der Verbreitungsbezirk wirksamer Stromschleifen bei schwachen Strömen klein ist.

Meine Untersuchungen über Reizung mit dem Lanzenrheophor sind nicht weit genug gediehen, um detaillirte Angaben machen zu können. Es sei jedoch erwähnt, dass man bei Einstichen innerhalb der erregbaren Zone gleichzeitige Zusammenziehungen einer meist grösseren Anzahl von Muskeln erhält, welche je nach der Oertlichkeit und Tiefe des Einstiches, sowie je nach der Stärke des Stromes sehr verschieden gruppirt sind. Aehnliche Resultate erhält man bei Anwendung starker Ströme von der Convexität aus. Andererseits gelingt es dort auch durch vorsichtige Abstufung des Stromes bei geringer Verschiebung der Elektroden einzelne Muskeln und selbst Theile von Muskeln in Bewegung zu setzten. Doch scheint mir die Aufzählung der zahlreichen nach beiden Richtungen gemachten Beobachtungen von geringem Interesse. Im Allgemeinen kommt es, wie früher erwähnt, leichter zu combinirten Actionen. Es gelingt so auch im vorderen Theile der erregbaren Zone ähnlich wie im supersylvischen Gyrus eine Gruppirung von in der Peripherie benachbarten Muskelmechanismen um einen centralen Punkt zu erkennen.

Aus den anderweitigen Reizeffecten, wie ich sie geschildert und gezeichnet habe, geht hervor, dass diese centralen Gebiete noch innerhalb der erregbaren Zone mannichfaltige Verbindungen unter einander eingehen, bis sie sich im Linsenkern zu einem grossen gemeinsamen Innervationscomplexe vereinigen. Wenn nun von dieser Stelle aus doppelseitige Erregungen gesetzt werden, so entspricht dies, insbesondere die Vertheilung der Erregungen in einer überaus schönen Weise anderweitig gewonnenen Erfahrungen und Voraussetzungen.

Henle hat seit Jahren wiederholt darauf aufmerksam gemacht, dass die Kreuzung der Fasern nur dann einen Sinn habe, wenn dadurch Vertheilung der Faserung an beide Hemisphären bewirkt

werde.[1]) Den angeführten Thatsachen entsprechend giebt ferner Schiff an, dass dauernde cerebrale Hemiplegie bei Thieren nicht, wohl aber Lähmung der gleichnamigen hinteren Extremität häufiger als beim Menschen vorkomme. In der That drohte ja schon das, wenngleich ausserordentlich seltene Vorkommen ungekreuzter Lähmung beim Menschen die grösste Verwirrung der Anschauungen hervorzubringen.

Andererseits sehen wir, dass in der gewöhnlichen Form der Hemiplegie des Menschen die Stammmuskeln frei bleiben, oder sich bald erholen, insbesondere auch nie von secundären centralen Contracturen befallen werden. Ich habe an einem anderen Orte[2]) bereits nachgewiesen, wie die Häufigkeit und Stärke dieser Contracturen in gradem Verhältnisse steht zu der Complicirtheit der motorischen Verrichtungen, welche jedem Körpertheil zufallen, so dass eben Thiere und diejenigen menschlichen Mechanismen, welche denen der Thiere in nichts überlegen sind, von dieser Affection verschont bleiben.

Wenn wir nun erkennen, dass beim Hunde doppelseitige centrale Innervation im umgekehrten Verhältniss zur Complicirtheit der Aufgaben, aber in gradem Verhältniss zu der vorhandenen Zwangsmässigkeit des Zusammenwirkens der Motoren präformirt ist, so wird es gestattet sein, einen inneren Zusammenhang der angeführten Erscheinungen anzunehmen. Ebenso wird man in diesen mehr oder weniger doppelten Innervationsheerden niedere, sich mehr und mehr an den Rückenmarkstypus anlehnende Organisationen suchen dürfen. —

Meine Absicht war ferner, den Innervationsbezirk jedes einzelnen Körpertheils in jeder einzelnen Hemisphäre festzustellen. Ich machte deshalb Versuche an curarisirten Hunden, denen vor der Vergiftung ein Haupt-Arterienstamm verschlossen war. Leider war in wenigen Minuten die fragliche Extremität durch collaterale Ver-

---

1) Vgl. auch die Lähmungsversuche Nothnagel's. Experimentelle Untersuchungen über die Functionen des Gehirns. Virchow's Archiv. Bd. 57.

2) Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. Bd. III. Aus einem Citat Ferrier's ersehe ich zu meiner Freude, dass Dr. Broadbent auf anderem Wege als ich zu ähnlichen Schlussfolgerungen gekommen ist. Med. chir. Review. April 1866.

bindungen mit vergiftet, so dass diese Bemühungen vor der Hand scheiterten. Denn wenn man die anderen Körpertheile von der Reizwirkung nicht ausschliesst, so bereiten die in ihnen entstehenden Muskelzusammenziehungen der Beobachtung allerlei Schwierigkeiten. —

Nachträglicher Zusatz: Fast sämmtliche dieser zuletzt angeführten Versuche wurden mit Unterbindung der rechten Subclavia unmittelbar an der Theilungsstelle der Anonyma begonnen, nachdem die Trachea bereits vorher freigelegt worden war. Wenn nun auch die Zeit bis zur Mitvergiftung der rechten Vorderextremität für die Erreichung des eigentlichen Versuchszweckes zu kurz war, so konnten doch einige anderweite, der Erwähnung werthe Beobachtungen gemacht werden.

Zunächst war das Aussehen des freigelegten Gehirns höchst auffallend. Sowohl die Pia als die Hirnsubstanz erschienen absolut blass, weiss; die Gefässe der Pia waren stark collabirt, enthielten sehr wenig Blut und zwar war dessen Farbe sowohl in den Venen, als in den Arterien mehr als hellroth geworden, eigentlich richtiger als rosa zu bezeichnen.

Bei hinreichend starker Vergiftung ging die Erregbarkeit des Gehirns selbst schnell verloren, schneller als die der intramusculären Nervenendigungen der rechten Vorderextremität. Der Erregbarkeitsverlust schritt in centrifugaler Richtung fort. Wenn nämlich Reizung der Rinde mit beliebig starken Strömen keine Zuckungen in der rechten Vorderextremität mehr auslöste, erhielt man solche noch durch Reizung des Linsenkerns und des Corpus striatum mit galvanischen Strömen, während der Inductionsstrom gelegentlich auch schon den Dienst versagte.

Endlich benutzte ich diese Gelegenheit um eine sehr interessante Angabe von Paul Bert[1]) zu prüfen. Bert hatte an einem curarisirten Hunde, dessen Leben er 10 Stunden lang unterhielt, gefunden, dass während dieser ganzen Zeit durch Reizung, nicht nur der sensiblen Spinalnerven (Ischiadicus, Medianus) sondern auch des Infraorbitalis Contractionen der Harnblase auszulösen waren, so

1) Observations faites sur un chien curaré. Arch. de Physiolog. Bd. II. (1869) 650—51.

dass sich bei jeder Reizung eine geringe Menge Urin entleerte. Dem entsprechend konnte Budge[1]) durch directe Reizung des Rückenmarks und des Hirnstammes bis hinauf zu den Hirnschenkeln ähnliche, übrigens sehr eingehend studirte Phänomene produciren. Da die reflectorische Urinentleerung von Bert nur an einem Thiere geprüft war, so untersuchte ich nebenher einige Hunde auf diesen Punkt, und fand in der That Bert's Angaben vollständig richtig. Während Reizung der Nervenstämme an den nicht aus dem Kreislaufe ausgeschlossenen Extremitäten bei drei Hunden nicht mit Zuckungen der abhängigen Muskeln beantwortet wurde, entleerte sich jedesmal etwas Urin. Derselbe Erfolg trat ein bei Reizung der Schwimmhäute, der Bauchhaut, der Gesichtshaut, des Infraorbitalis, nicht aber der Conjunctiva. Bei einem dieser drei Hunde erfolgte übrigens auch etwas Kothentleerung. Da bei dem Stande der Vergiftung von einer Wirkung der Bauchpresse nicht die Rede war, so ist diese reflectorische Defäcation wohl auf peristaltische Bewegungen zu beziehen. Meinen anderweitigen Untersuchungen lag diese Frage aber zu fern, um eine weitere Verfolgung zu rechtfertigen.

6. Reflexionen.

Fechner sagt irgendwo: „Die Sicherstellung, Fruchtbarkeit und Tiefe einer allgemeinen Ansicht hängt überhaupt nicht am Allgemeinen, sondern am Elementaren. Entsprechend wird es gelten, Elementargesetze zwischen Körper und Geisteswelt zu finden, um statt einer allgemeinen Ansicht eine haltbare und entwickelte Lehre davon zu gewinnen; jene aber werden hier wie dort nur auf elementare Thatsachen begründet werden können." Damit sind die Gründe vollkommen angegeben, welche mich abhielten, schon jetzt Folgerungen von grösserer Tragweite aus den von mir über Veränderung der Reaction angestellten und oben beschriebenen Versuchen zu ziehen, obschon ich glaube, dass gerade sie einen Theil, aber allerdings nur einen Theil der elementaren Thatsachen enthalten, die für eins jener Elementargesetze erfordert werden. Speculationen über Gehirn- und Geistesthätigkeiten sind mit Recht in so grossen

1) Pflueger's Archiv 1869. S. 511 ff.

Misscredit gekommen, dass man in der That auch mit einem Uebermaass von Vorsicht noch richtig handeln würde.

Wenn wir uns nun von Anfang an trotz der Versuchung, welche nicht nur in der Materie an und für sich, sondern auch in der Natur der von uns gefundenen überraschenden Thatsachen lag, in den vorsichtigsten Ausdrücken bewegten, und fern von Verallgemeinerungen hielten, so hofften wir, dass dadurch nach keiner von beiden Seiten hin Anlass zu irrthümlichen Auffassungen würde gegeben werden. Im Gegentheil setzten wir voraus, dass das von uns eingeschlagene Verfahren von den nach uns Arbeitenden, wie es gemeint war, aufgefasst und als zweckmässig adoptirt werden würde. Hätten wir es für nützlich gehalten Consequenzen zu ziehen, so würde uns das um Vieles leichter geworden sein, als das Aufsuchen der bezüglichen Thatsachen. Um so weniger erwarteten wir, die unmittelbar aus den Versuchen resultirenden Folgerungen angefochten zu sehen. Diese Hoffnungen sind nicht überall in Erfüllung gegangen, so dass es nöthig wird, den früher gefundenen Thatsachen sowohl als den neu gefundenen einige Erläuterungen hinzuzufügen. —

Wir sind in den vorgetragenen Studien sehr wesentlichen Differenzen zwischen der centralen und peripheren motorischen Reaction begegnet. Die beiden Pole wirken hier ganz und gar anders wie dort, und ebenso ist, wie ich hier wiederhole, der Verlauf der Zuckungen ein anderer. Sie sind lang hingezogen, etwa wie die eines dem Nerveneinflusse entzogenen Muskels. Wir hatten schon früher vermieden, eine bestimmte Meinung darüber auszusprechen, ob wir Zellen oder Fasern, Endstationen oder Zwischenstationen der psychomotorischen Kette reizten, und wir enthalten uns dessen noch jetzt. Dagegen hatten wir nachgewiesen, dass der Reiz bekannte reflectorische Bahnen nicht beschritte. Wenn nun Jemand den Schluss ziehen wollte, die ursprünglich gereizten Theile seien wegen jener Differenzen keine centralen Ausbreitungen der motorischen Nerven, so ist es klar, dass ihm zu einem solchen Schlusse jede Basis fehlen würde. Denn es ist durch nichts erwiesen, dass centrale Fasern oder wenn man will Zellen, die im Zusammenhange mit peripheren stehen, ebenso reagiren müssen, wie diese. Es ist im Gegentheil nach Allem, was wir wissen, wahrscheinlich, dass sie

anders reagiren. Endlich haben die geschilderten Vorgänge überhaupt keine Analogie in der Peripherie. Man wird sich also zunächst wohl mit der Annahme begnügen müssen, dass ihre Besonderheit auf besonderen Eigenschaften des Centralorgans beruht. —

Das ätherisirte Gehirn zeigt ferner eine gewisse oberflächliche Aehnlichkeit in seinem Verhalten gegen elektrische und gegen Reflexreize, während periphere motorische Nerven durch die Einverleibung des Aethers bekanntlich nicht afficirt werden. Wenn man nun deshalb annehmen wollte, der Reizeffect käme auf dem Wege eines unbekannten hypothetischen Reflexbogens zu Stande, so wäre das nicht minder falsch, selbst wenn vollkommen gleiches Verhalten des ätherisirten Gehirns gegen den elektrischen und den Reflexreiz bestände, was keineswegs der Fall ist, wie ich oben ausführlich nachgewiesen habe.

Das Aufhören der Reflexbewegung bedeutet einfach Ausfallen desjenigen centralen Mechanismus, dessen der äussere Reiz zur Uebertragung bedarf. Ein ähnlicher Sinn, nur für ein anderes Organ, ist dem Aufhören der elektrischen Erregbarkeit der Centren unterzulegen. Nun sehen wir, dass die einzelnen Centralapparate durch die verschiedenen Narkotica selten sämmtlich gleichzeitig oder in gleichem Grade, sondern in den verschiedensten Gruppirungen ausser Thätigkeit gesetzt werden. Das Athmungscentrum z. B. functionirt in vielen Fällen bis zuletzt. In anderen Fällen wird es dagegen gleich zu Anfang afficirt, wie im Menschen bei Verunreinigung des Chloroforms. An Hunden zumal ist Chloroformtod gleich bei Beginn der Inhalation sehr gewöhnlich. Grade die Centralapparate der bewussten, willkürlichen Bewegung pflegen aber bei der Chloroformirung und Aetherisirung schon vor den Reflexapparaten ihre Function einzustellen. Es würde also schon deshalb Nichts bewiesen sein, wenn schliesslich beide auch gegen den elektrischen Reiz gleichmässig unempfindlich gefunden würden. Nun habe ich aber nachgewiesen, dass die Grosshirncentra schwerer und ungleichmässiger, jedenfalls also in anderer Weise unempfindlich werden, als die eigentlichen Reflexcentra, soweit man überhaupt die angewendeten Reizmethoden nebeneinander stellen kann. Alles in Allem bedeuten also die vorhandenen Erscheinungen nach der einen wie nach der anderen Seite hin nichts

Anderes als zeitweise Eliminirung einer Anzahl von Centralapparaten, die wir selbst durch das Experiment nur höchst unvollkommen abgrenzen können. Damit glaube ich hinreichend bewiesen zu haben, dass man vorläufig und bis neue unzweideutige Thatsachen beigebracht sein werden, mit der Deutung vorsichtiger Weise nicht weiter gehen kann, als wir gegangen sind, während die Mitwirkung von reflectorischen Vorgängen schon durch das, was wir wissen, ausgeschlossen scheint. —

In unserer mehrfach citirten Abhandlung[1]) hatten wir die Resultate zweier an Hunden ausgeführten, streng localisirten Exstirpationsversuche beschrieben. Die Verletzung war in dem von uns sogenannten Centrum für die rechte Vorderextremität angebracht worden. Der Erfolg war, dass die Thiere die genannte Extremität zwar noch gebrauchten, dass sie dieselbe aber unzweckmässig aufsetzten und, wie sich aus allerlei Versuchen schliessen liess, nur noch ein mangelhaftes Bewusstsein von ihren Zuständen besassen. Ich selbst habe diese Versuche bereits im Jahre 1870 mit ähnlichem Erfolge vervielfältigt und variirt.

Nothnagel[2]) hat in neuester Zeit von einer gleichen Idee ausgehend, aber nach einer anderen Methode, fast das gesammte Grosshirn localisirten Verletzungen unterworfen und ist damit zu einer Reihe interessanter Resultate gelangt. In der ersten Abtheilung seiner Arbeit beschreibt er nun auch die Erfolge von Läsionen der von uns gewählten Region. Ich constatire mit Freuden, dass die Schilderung Nothnagel's der unsrigen auf das Haar gleicht. Die einzigen scheinbaren Differenzen bestehen darin, dass die von uns hervorgebrachten Krankheitssymptome länger anhielten, und dass Nothnagel andererseits auch die gleichnamige Hinterextremität mit betroffen fand. Der erste Punkt erklärt sich einfach aus der in Folge der Trepanation bei uns grösseren Erheblichkeit der Verletzung. Mitbetheiligung der hinteren Extremität habe ich allerdings ebenfalls, indessen nicht constant und sehr vorübergehend beobachtet. Wenn man die von mir in der vorliegenden Abhandlung

1) S. 29. 30.
2) A. a. O.

S. 48 angeführten Thatsachen berücksichtigt, so wird man das begreiflich finden.

Ungeachtet dieser so gut wie vollständigen Uebereinstimmung der Versuchsergebnisse und ungeachtet dessen, dass Nothnagel unsere Auffassung des gesetzten pathologischen Zustandes vollkommen adoptirt, bestehen aber Meinungsverschiedenheiten in der Deutung zwischen Nothnagel und uns, die auf Missverständnissen beruhen und die ich lebhaft bedauere.

Wir hatten nicht ohne Absicht gerade an den Schluss unserer Arbeit folgenden Satz gestellt: „Es geht ferner aus der Summe aller unserer Versuche hervor, dass keineswegs wie Flourens und die Meisten nach ihm meinten, die Seele eine Art Gesammtfunction der Gesammtheit des Grosshirns ist, deren Ausdruck man wohl im Ganzen aber nicht in seinen einzelnen Theilen durch mechanische Mittel aufzuheben vermag, sondern dass vielmehr sicher einzelne seelische Functionen, wahrscheinlich alle, zu ihrem Eintritt in die Materie oder zur Entstehung aus derselben auf circumscripte Centra der Grosshirnrinde angewiesen sind.“ Denn in der That folgt die Wahrheit dieses Satzes mit aller wünschenswerthen logischen Schärfe aus unseren Versuchen und wir betrachteten diese Wahrheit als die werthvollste Errungenschaft unserer Arbeit.

Wenn Reizung bestimmter Stellen bestimmte Muskeln in Bewegung setzt, und Zerstörung dieser Stellen die Innervation derselben Muskeln alterirt, wenn Reizung und Zerstörung anderer Stellen ganz und gar keinen Einfluss auf die Muskelinnervation ausübt, so scheint mir das hinreichend beweisend zu sein für den Satz, dass die einzelnen Theile des Grosshirns nicht gleichwerthig sind; und diesen Satz wollten wir beweisen.

Nothnagel wendet sich hingegen wieder der alten Ansicht zu, obwohl seine Versuche gerade unsere Ansicht durch Vervollständigung des Beweismaterials unterstützen. Er kommt zu dem Schlusse, „dass eine strenge Localisation der geistigen Functionen auf bestimmte Centren der Grosshirnrinde nicht vorhanden ist.“ Ich setze den Fall, Nothnagel hätte neue Beweise für diesen Satz beigebracht, so würde ich ihm dennoch nicht zustimmen

können, sondern irgendwo einen Irrthum vermuthen und nicht ruhen, bis ich denselben gefunden hätte. Denn die Ansicht Flourens' ist a priori unmöglich, wenn unsere sonstigen Anschauungen von den Functionen dieser und besser bekannter Theile des Nervensystems richtig sein sollen. Sie setzt voraus, dass wir heute Ganglien und Fasermassen zum Gehen gebrauchen können, die uns gestern nicht zum Gehen, sondern vielleicht zum Hören oder Riechen, jedenfalls zu anderen Zwecken, gedient haben. Sie setzt voraus, dass die centralen Endorgane eines Nerven, z. B. des Hörnerven, plötzlich zum Theil ihrer ursprünglichen Function entfremdet und zu etwas Anderem, z. B. zur Muskelbewegung, verwendet werden könnten. Und was würde inzwischen aus dem Hören? Oder aber, um uns eines ganz abstracten Ausdruckes zu bedienen, sie setzt voraus, dass das materielle Substrat für sämmtliche nach Innen und sämmtliche nach Aussen gerichtete Functionen, sowie für etwaige Zwischenfunctionen ein einheitliches sei, obwohl schon die morphologische Betrachtung lehrte, dass jenes Substrat als ein Complex von Endorganen peripherer Mechanismen verschiedenen Werthes aufzufassen ist.

Indem wir den exacten Beweis führten, dass die Vorstellung, die man sich von vornherein bilden muss, der Wirklichkeit entspricht, glauben wir einen Schritt vorwärts gethan zu haben. Durch seine Versuche thut Nothnagel diesen Schritt mit uns, durch seinen Schluss würde er ihn rückwärts thun, wenn er diesen bewiesen oder ihn in dem Sinne Flourens' gezogen hätte.

Der einzige von Nothnagel erbrachte Beweis besteht aber in dem mir freilich schon damals bekannten Umstande, dass die gesetzten Krankheitssymptome sich allmählig verlieren.[1]) Daraus lässt sich aber nicht das Geringste schliessen, denn der sich eröffnenden Möglichkeiten sind zu viele. Eine sehr einfache Annahme ist z. B. die, dass man durch den Eingriff nicht das ganze Centrum (nehmen wir an, es sei ein Centrum), sondern nur einen Theil zerstört hat, und dass der Rest nach geschehener Heilung zur Ausfüllung der Function hinreicht. Wenn man in Rechnung zieht, dass Nothnagel

---

1) S. auch die Abhandlung: Ueber die Auffassung einiger Anomalien der Muskelinnervation. I.

durch kleinere Läsionen dreitägige, und wir durch etwas grössere Läsionen achtundzwanzig Tage und länger dauernde Störungen producirten, so drängt sich dieser Gedanke allerdings um so mehr auf, als eben durch den Eingriff zweifellos die Nachbarregionen des Heerdes in geringerem, also leichter heilbarem Grade alterirt werden. Dennoch bin ich weit entfernt, ihn für den einzig richtigen auszugeben.

Ferner scheint Nothnagel das Flourens'sche Werk nicht im Original auf diesen Punkt hin eingesehen zu haben, denn ich glaube doch nicht, dass er dasselbe meint wie Flourens. Das Missverständniss ist wahrscheinlich aus einer verschiedenen Auffassung des Wortes „circumscript" hervorgegangen. Wir haben dasselbe im weitesten Sinne gefasst[1]), während Nothnagel ihm einen sehr engen Sinn unterlegt. Wir haben nicht daran gedacht, in dieser Beziehung irgend welche Grenzen für irgend ein Centrum anzugeben, noch die Möglichkeit zu behaupten oder auszuschliessen, dass ein Solches doppelt vorkäme, sondern wir haben nur den Satz aufstellen wollen und wir erhalten ihn aufrecht, dass die einzelnen in Frage stehenden Hirnfunctionen sich bestimmter, irgendwo aber wohlbegrenzter Hirnorgane als centraler Endorgane peripherer Nervenausbreitungen bedienen, sowie dass diese Organe nur für jene und keine anderen Functionen tauglich sind und bleiben.

Auf eine ähnliche Weise erledigt sich auch der Zweifel Nothnagel's, ob wir eine directe motorische Lähmung annehmen oder nicht? Wir hatten nämlich nach einer detaillirten Beschreibung der vorhandenen Bewegungsstörung gesagt: „Das Thier hatte die Möglichkeit, die Vorderextremität zu bewegen nur unvollkommen verloren." Allerdings war ihm die Möglichkeit sein Bein normal zu bewegen aus den angeführten Gründen verloren gegangen. Ob in-

---

1) Man vergleiche dazu den Text unserer Abhandlung an anderen Stellen, z. B. S. 26. Der mit allem Vorbehalt gebrauchte Ausdruck „Centrum" hat nur zur Bezeichnung der erregbarsten Stellen gedient. Dass die zwischen diesen Centren liegenden weniger erregbaren Theile ebenfalls in Beziehung zur Muskelbewegung ständen, haben wir zwar als selbstverständlich angenommen (S. 25), haben aber aus Mangel an einem directen Beweise nicht ausführlicher darüber gehandelt.

dessen die grobe Kraft eine Einbusse erlitten hatte, darüber haben wir uns überhaupt nicht auslassen wollen. Denn es schien uns zweifelhaft und ohne weitergehende Deductionen kaum zu entscheiden, ob die nachweisbare und von uns angeführte geringe Schwächung einzelner Functionen lediglich von der Beeinträchtigung der Vorstellungen über die Zustände dieses Beines abhinge, oder ein selbstständiges Symptom sei.

Freilich hatten wir hieran einen Satz geknüpft, der mit dem, was von uns auf Seite 6 der Abhandlung recapitulirend über die centralen Stätten der Muskelbewegung gesagt war[1]) wohl einen Schluss auf unsere Ansicht über den Zusammenhang der Erscheinungen gestattete, und wie mir scheint unter einer bestimmten Voraussetzung auch eine bis zu einer gewissen Grenze unanfechtbare Erklärung in sich schliesst. Dieser Satz lautet: „Es bestand noch irgend eine motorische Leitung von der Seele zum Muskel, während in der Leitung vom Muskel zur Seele irgendwo eine Unterbrechung vorhanden war. Möglicherweise betraf diese Unterbrechung die Endstation der hypothetischen Bahn für den Muskelsinn."

Die erwähnte Voraussetzung war für uns damals aber noch nicht hinreichend durch den Versuch erwiesen, sie besteht in dem exacten und durch den Inhalt der vorliegenden Abhandlung gelieferten Nachweise, dass die Erregung jener basalen Mechanismen auch von der gleichnamigen Hirnhälfte aus geschehen könne. In Ermangelung dieses Nachweises gebot die Vorsicht unserer Meinung jene abstracte Form zu geben. Und dennoch bedauere ich noch, damals das Wort „Muskelsinn" gebraucht zu haben, insofern dasselbe von jeher zu allerlei Missverständnissen Veranlassung gegeben hat. Nothnagel hat indessen in weit bestimmterer Form die fraglichen Symptome als Störungen des „Muskelsinnes" bezeichnet. Dies bestimmt mich, meine eigene Auffassung derselben näher zu präcisiren, obwohl ich aus der bisher inne gehaltenen Reserve nur

---

1) In den meisten Theilen des Hirnstammes, dann auch hinab bis in das Rückenmark giebt es eine Anzahl vorgebildeter Mechanismen, die einer normalen Erregung in ihrem Ganzen auf zwei Bahnen fähig sind. Die Eine verläuft von der Peripherie aus — die Bahn des Reflexes; die Andere strahlt vom Centrum her ein — die Bahn des Willens, der seelischen Impulse.

ungern, selbst um wenige Schritte heraustrete. Denn in jede Rechnung mit diesen uns mehr und mehr bekannt werdenden Factoren, drängt sich eine unbekannte und kaum zu eliminirende Grösse — der Wille — ein. Ihm gegenüber stehen wir, wie zu den Elementarkräften, wir kennen nur seine Erscheinungsweisen, nicht sein Wesen und seine innere Begrenzung.

Wir hatten den Zustand unserer Versuchsthiere folgendermaassen charakterisirt: „sie hatten offenbar nur ein mangelhaftes Bewusstsein von den Zuständen dieses Gliedes, die Fähigkeit sich vollkommene Vorstellungen über dasselbe zu bilden, war ihnen abhanden gekommen,“ und wir konnten dies mit Sicherheit schliessen aus der Analyse der Bewegungsstörungen, die nach Zertrümmerung derjenigen Rindenstelle entstanden, deren Reizung die nun gestörten Muskeln in Bewegung setzte. Die nun zu beantwortende Frage lässt sich sehr einfach folgendermaassen präcisiren: Ist das ausgeschlossene Centrum dasjenige Organ, welches die fragliche Muskelbewegung allein beherrscht, oder giebt es noch neben dem allgemeinen Willensorgane — ein solches vorausgesetzt — ein anderes centrales motorisches Organ innerhalb derselben Auslösungskette?

Wir können, indem wir uns übrigens der äussersten Kürze[1]) befleissigen, auf bekannte Erfahrungen über mässige Bewegungen mit nicht ermüdeten Muskeln zurückgehen. Man weiss, dass die durch die Muskelaction in unserem Bewusstsein entworfenen Bewegungsbilder ausserordentlich scharf sind. Ein geschickter Maler würde z. B. eine von ihm selbst bei geschlossenen Augen eingenommene Positur genau wiederzugeben im Stande sein. Dennoch weiss das Bewusstsein von den bewegenden Factoren Nichts; auch die durch unmittelbare Anschauung oder anderweites Studium gewonnenen Vorstellungen fallen so sehr in ein anderes Gebiet hinein, dass sie zur Erkennung der jedesmal in der Peripherie wirkenden Bewegungskräfte wenig genug beitragen. Diese sind für die einzelnen Bewe-

---

1) Vgl. hierzu meine Abhandlungen: Ueber die Auffassung einiger Anomalien der Muskelinnervation. I. und: Ueber die beim Galvanisiren des Kopfes u. s. w.

gungsformen bisher noch nicht einmal hinreichend bekannt, und müssen jedesmal erst durch Induction gefunden werden. Dazu hilft z. B. das Zufühlen mit dem Finger weit mehr, als die noch so oftmalige Wiederholung der Bewegung.

Gleichwohl ist es klar, dass sehr genaue Vorstellungen über die Zustände der Muskeln entstehen müssen — das lehren uns eben jene genauen Bewegungsbilder, — und gleicherweise ist es klar, dass diese Bewegungsbilder vorwiegend auf die Perception der Muskelzustände weniger also auf Gelenke, Haut u. dgl. zurückzuführen sind — das lehren uns die bekannten Bewegungstäuschungen bei den Augenmuskellähmungen.

Wenn nun unsere Vorstellungen über die Muskelzustände des eigenen Körpers dennoch nicht die Schwelle des klaren Bewusstseins überschreiten, und uns hierdurch den Einblick in das wahre Wesen der Vorgänge gestatten, so ist dies auf ein allgemein gültiges Gesetz zurückzuführen. Wir vermögen ganz allgemein von Innen heraus die Zustände der einzelnen Organe nur insoweit zu erkennen, als es für die Benutzung derselben zur Erhaltung des gleichmässigen Flusses der von ihnen abhängenden Reihe von Lebenserscheinungen erforderlich und ausreichend ist.

Innerhalb der damit gezogenen Grenze bildet aber die Uebermittlung von solchen grossentheils unbewussten Vorstellungen über jede einzelne Bewegungsphase eine der nothwendigen Vorbedingungen für den normalen Ablauf der ihr folgenden Phase, und man hat hiernach, wenn man auch die scheinbare Muskelruhe als eine Bewegungsphase auffasst, ganz allgemein in den Muskelzuständen eine der verschiedenen Ursachen zu erkennen, welche den Organismus zu den willkürlichen Bewegungen veranlassen, und diese selbst reguliren. Nehmen wir an, es gäbe keine anderen Sinnesreize und Wahrnehmungen, und wir hätten es vielmehr mit einer einfachen, mit dem Impulse versehenen Bewegungsmaschine der gedachten Art zu thun, so können wir uns auf Grund des eben Entwickelten sehr wohl vorstellen, dass eine solche zur Ausführung zweckmässiger Bewegungen ausreicht.

Da wir nun in den von uns bezeichneten Rindentheilen ein Organ erkennen, welches mit seiner Function den geschilderten Theil

des psychischen Vorganges deckt, so sehe ich ich nicht die Nothwendigkeit, dass der Wille als Solcher noch ein besonderes und anderes motorisches Organ in sich schliesse. Wenn in Folge des Zusammenwirkens einer Anzahl neu anlangender oder aufbewahrter Sinneseindrücke die Forderung einer Bewegung entsteht, so gewinnt diese Forderung niemals ihre Gestalt etwa in dem Antriebe: innervire Muskel *a*, *b*, *c*, damit Arm n den Winkel x mache, sondern es heisst „nimm", „schreibe", „sprich" u. s. w. Die Organe, welche wir nun kennen, scheinen mir zu genügen, um das normale Vonstattengehen der so einmal in Fluss gebrachten Bewegung im Allgemeinen zu begreifen. Im Einzelnen bestehen freilich noch Unklarheiten genug.

Brücke hat vor Kurzem die von uns erzielten Bewegungsstörungen in bündiger Weise der Aphasie an die Seite gestellt. Wenn man den Ablauf des Redens und seine Störung durch jene einzige noch verfolgbare Rindenerkrankung sich vergegenwärtigen will, so braucht man in der That nur die entsprechenden Begriffe in die eben vorgetragene Erwägung einzufügen.

Die in der vorstehenden Arbeit beschriebenen Untersuchungen wurden zum grössten Theile in dem Zimmer der Assistenten des anatomischen Instituts zu Berlin angestellt. Ich sage diesen Herren, insbesondere Hrn. Fritsch, sowie dem Dirigenten des Instituts Hrn. Geh. Rath Reichert für die mir auf lange Zeit bereitwillig gewährte Ueberlassung dieses Arbeitsraumes meinen verbindlichen Dank. Ebenso kann ich nicht unterlassen Herrn Dr. Fischer, derzeit klinischem Assistenten in Erlangen und Hrn. stud. Prawitz, welche theils im Winter-, theils im Sommersemester 1872-73 diesen Untersuchungen mit grosser Aufopferung an Zeit und Mühe assistirten, auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen.

III.

Kritische und experimentelle Untersuchungen zur Physiologie des Grosshirns

im Anschluss an die

Untersuchungen des Herrn Professor D. Ferrier

in London.

Vorbemerkungen.

Anfangs Oktober 1873 ging mir eine Abhandlung von D. Ferrier[1]) in London zu, welche grösstentheils auf eine Wiederholung der von Fritsch und mir veröffentlichten Versuche[2]) basirt ist. Ferrier äussert sich über unsere Arbeit in folgenden Worten: „— — sie versuchten, die Centren für solche Muskelbewegungen auf gewisse bestimmte Punkte zu localisiren. Ihre Versuche wurden nach dieser Richtung nicht grade weit ausgedehnt, noch setzen sie, wie ich denke, die Natur und die Bedeutung des Resultates, zu dem sie gelangten klar auseinander. — — — Inductionsströme wandten sie in irgend einer Ausdehnung nicht an, und ihre durch diese Methode erzielten Resultate ergaben ihnen mit Rücksicht auf die Localisation der Functionen nichts grade Bestimmtes oder Genügendes. — — Bei meinen eigenen Versuchen habe ich die Faradisation

---

1) Experimental Researches in cerebral physiology and pathology by David Ferrier etc. etc. etc. The West Riding lunatic asylum Medical Reports. Vol. III. 1873.

2) S. 1—31.

ausschliesslich angewendet, und es mit dieser Methode möglich gefunden, sowohl localisirte Reizung verschiedener Hirntheile mit der äussersten Exactheit hervorzubringen, als auch allgemeine Reizung der ganzen Hemisphäre herbeizuführen."[1])

Ein Leser dem unsere Arbeit nicht im Original bekannt ist, muss nach diesem Referate Ferrier's den Eindruck mit hinwegnehmen, dass wir nur generell die Erregbarkeit des Grosshirns durch Bestimmung des einen oder des anderen Centrums nachgewiesen hätten, und zu genauerer Localisation, sowie zu anderweiten Resultaten nicht gekommen wären, weil wir theils den Inductionsstrom nicht durchgehends anwendeten, theils die Wichtigkeit unserer Entdeckung nicht erkannten.[2]) Es wäre erst Ferrier vorbehalten gewesen, durch die Anwendung inducirter Ströme und grösserer Lucidität diese Thatsachen für die Physiologie und Pathologie nutzbar zu machen. In wie weit der englische Autor durch Beibringung neuer und zweifelsfreier Thatsachen seinerseits die Sache gefördert hat, in wie weit also auch die Ansprüche gerechtfertigt sind, mit denen er seine Arbeit unseren Bemühungen entgegensetzt, das werden wir auf den folgenden Blättern untersuchen.

---

1) Their researches in this direction were not carried very far, nor do they, I think, clearly define the nature and signification of the results at which they arrived. They adduce ample evidence for regarding the movements that took place as dependent on irritation of the hemispheres themselves, and they also observed that irritation proceeded principally, if not exclusively, from the anode. Induction currents they did not employ to any extent, and their results by this method did not give them anything very definite or satisfactory as regards localisation of function. In my own experiments I have employed faradisation exclusively, and have found it possible by this method to produce localised irritation of various parts of the brain with the utmost exactitude, as well as to induce diffused irritation of the whole of the hemispheres. A. a. O. S. 32.

2) Inzwischen hat sich Prof. Ferrier in einem in der British Medical Association gehaltenem Vortrage in dieser Beziehung noch deutlicher ausgedrückt: Er sagt dort ausdrücklich: Wir hätten wohl die Bedeutung der von uns gefundenen Thatsachen nicht recht gewürdigt, hätten auch unsere Untersuchungen nicht fortgesetzt. Es hat uns zwar sehr leid gethan, dass Professor Ferrier unsere Zurückhaltung bei der praktischen Ausbeutung der von uns gefundenen Thatsachen für die Pathologie so falsch auffasste. Doch wurden wir beim Durchlesen jenes Vortrages wieder beruhigt. Wir sahen dort, dass der Gedankengang, mit dem wir unsere Entdeckungen einleiteten

Zuvor aber muss ich darauf aufmerksam machen, dass es für Ferrier um so mehr ein Leichtes gewesen wäre, sich von Fortsetzungen jener Arbeit mindestens durch Einsehen des nächsten Bandes des Archivs für Anatomie und Physiologie Kenntniss zu verschaffen, als in der von ihm citirten Arbeit[1]) eine Fortsetzung bereits angekündigt war. Dennoch will ich zu seiner Entschuldigung annehmen, dass er diese Kenntniss nicht gehabt hat. Anders steht es mit einer Anzahl von Ergebnissen, welche bereits in jener ersten Arbeit ausführlich mitgetheilt waren. Ferrier hat sich dieselben ohne Weiteres angeeignet, indem er unserer Untersuchungen mit keinem Worte erwähnt, obwohl er dieselben kannte. Wir hatten nachgewiesen, dass durch Tetanisiren des Hirns Nachbewegungen und epileptiforme Anfälle entstehen können.[2]) Ferrier behandelt diesen Gegenstand höchst ausführlich, jedoch so als rühre diese Entdeckung von ihm her. Aehnlich verhält es sich mit dem Nachweise, dass der Blutverlust die Erregbarkeit des Hirns aufhebt,[3]) endlich mit Allem, was nicht in dem englischen Citat auf S. 64 erwähnt ist. Ueberhaupt werden unsere Untersuchungen von Ferrier nur noch zweimal angeführt: erstens bemerkt er gelegentlich:[4]) wir hätten durch unsere Exstirpationsversuche Lähmungen erzeugt, was wir keineswegs behauptet hatten; zweitens beruft er sich auf unsere Angaben über das Centrum für die Nackenmuskeln, insofern er selbst ein Solches nur bei einem Versuche auffinden konnte. Den-

---

grade um ihre Bedeutung in das rechte Licht zu setzen, den Beifall des Hrn. Prof. Ferrier in dem Grade gefunden hat, dass er für seine eigene Einleitung einen Besseren nicht glaubte verwenden zu sollen.

S. The Times Sept. 22.: About three years ago two German physiologists, Fritsch and Hitzig, by passing galvanic currents through parts of the brains of dogs obtained various movements of the limbs, such as adduction, flexion and extension. They thus discovered an important method of research, but they did not pursue their experiments to the extent that they might have done and perhaps did not exactly appreciate the significance of the facts at which they had arrived. — Ich würde übrigens ein politisches Blatt nicht citiren, wenn der Vortrag nicht offenbar stenographisch nachgeschrieben, und die betreffende Stelle wörtlich citirt wäre.

1) A. a. O. S. 308.

2) S. 17.

3) S. 18. 19.

4) Experimental Researches etc. S. 77.

noch kommt Ferrier vielfach zu anderen Resultaten rücksichtlich der Localisation der Centren und der Begrenzung der erregbaren Zone. Er führt aber in keinem einzigen Falle an, dass er mit uns übereinstimmt oder nicht übereinstimmt; noch controlirt er dort, wo er andere Angaben macht als wir, seine eigenen Befunde.

Indem ich in meines Herrn Mitarbeiters und in meinem eigenen Namen auf das Entschiedenste gegen ein solches Verfahren protestire, bedauern wir von Hrn. Prof. Ferrier hiermit unser Eigenthum zurückfordern zu müssen.

A. Die Methode Ferrier's.

Ferrier hat Versuche, die sich rücksichtlich der Methode den Unseren parallel setzen liessen, wie wir sehen werden, überhaupt gar nicht angestellt. Reizversuche am Grosshirn des Hundes nach seiner Art nahm er aber im Ganzen zweimal vor. Der eine von diesen zwei Versuchen ist vollständig durchgeführt, der Andere unvollständig. Beide wurden von vielen epileptiformen Anfällen unterbrochen.

Bei dem zweiten, unvollständig durchgeführten Versuche wurden die Effecte der Reizung von acht Punkten notirt. Sechs von diesen Reizversuchen gaben andere Resultate als die Parallelversuche der ersten Vivisection. Der Siebente gab beide Male kein Resultat, der Achte erzielte aber beide Mal Schluss des Auges.[1]) Da durch die eine Vivisection die linke und durch die andere Vivisection die rechte Hirnhälfte freigelegt war, so hält sich Ferrier auf Grund der an-

---

1)

	A.	B.
1)	Schluss des Auges.	Drehung des Kopfes.
2)	Geschrei.	Drehung des Kopfes.
3)	Beginn eines Anfalls dabei Drehung des Kopfes.	Drehung des Kopfes.
4)	Vacat.	Erhebung des Lides.
5)	Kein Reizeffect.	Bewegung des Ohrs.
6)	Kein Reizeffect.	Bewegung des Ohrs.

geführten Reizeffecte für berechtigt, vollkommene Symmetrie und Bestätigung des einen Versuches durch den anderen anzunehmen.[1]) Ich würde auf Grund dieses Beweismateriales die entgegengesetzen Schlüsse gezogen haben.

Dies eine Beispiel würde genügen um zu zeigen, wie breit die experimentelle Basis ist, welche Ferrier für die Begründung seiner eigenen und die Erschütterung fremder Angaben genügt. Indessen ist sein Versuchsmaterial in diesem Theile der Abhandlung überall nicht grösser. Nur für das Studium des Grosshirns der Katze hat er drei Thiere geopfert, von denen zwei ebenfalls nicht vollständig untersucht wurden. Für seine Angaben über das Grosshirn des Kaninchens genügen ihm wiederum zwei Vivisectionen, und eine neue Behauptung von äusserster Tragweite gründet sich auf die Untersuchung eines einzigen Meerschweinchens.

Wäre Ferrier der Entdecker der von uns gefundenen Thatsachen, so würde eine vorläufige Mittheilung auf Grund eines so dürftigen Materials immerhin ihr Bedenkliches gehabt haben, aber verzeihlich gewesen sein. Was soll man aber dazu sagen, nachdem unsere ausführliche Arbeit schon seit mehr als drei Jahren publicirt war? —

Ferrier (und nach ihm bereits mehrere andere englische Autoren) führen an, wir hätten den Inductionsstrom in irgend einer Ausdehnung nicht angewendet und übrigens mit demselben rücksichtlich der Localisation der Functionen keine befriedigenden Resultate erzielt. Er selbst, fährt er fort, habe nur den Inductionsstrom angewendet und mit demselben die Function der einzelnen Hirntheile mit der äussersten Exactheit localisiren können. Zunächst muss ich bemerken, dass von dem, was Ferrier uns sagen lässt, in der fraglichen Abhandlung auch nicht ein einziges Wort steht. (S. oben S. 16).

Wir haben allerdings angeführt, dass wir den Inductionsstrom viel seltener als den galvanischen anwandten, und wir durften voraussetzen, dass die gewöhnlichen Leser des Archiv's die Gründe da-

1) Das übrigens selbstverständliche Vorhandensein symmetrischer Anordnung dieser Centren hatten wir schon nachgewiesen.

für aus der hinterher folgenden Schilderung der dem Inductionsstrome eigenthümlichen Reizeffecte sofort erkennen würden. Aber wenn wir ihn auch seltener als den galvanischen Strom anwendeten, seltener als Ferrier wandten wir ihn nicht an, und woher will dieser Autor überhaupt wissen, in welcher Ausdehnung wir uns dieses Reizmittels bedienten? Von der Unmöglichkeit mit demselben localisirte Reizeffecte hervorzubringen, haben wir nun ganz und gar nichts erwähnt, sondern die Schilderung beginnt mit dem das Gegentheil besagenden Satze: „Häufig treten tonische Bewegungen der betreffenden Muskelmassen ein, die erst nach längerer Zeit in ihrer Intensität nachlassen." In der That fanden wir den Inductionsstrom für die Controle und überhaupt als Hülfsmittel der Untersuchung ausserordentlich bequem; denn durch den Schliessungsschlag der Kette wird nur eine einzelne Zuckung ausgelöst, deren Auffassung die angespannteste Aufmerksamkeit verlangt, während der Muskeltetanus natürlich sehr leicht zu beobachten ist. Nichtsdestoweniger wird man sich für die *eigentlich beweisenden Versuche* doch des unbequemeren Kettenstromes bedienen müssen, wie ich ausführlich darlegen will.

Wenn Ferrier aber wirklich die von uns nicht ausgesprochene, aber von ihm angeführte Ansicht aus unserer Abhandlung herausgelesen hätte, so lag ihm doch die Pflicht ob, erst einmal diese Ansicht durch vergleichende Versuche zu prüfen, ehe er sie ohne Weiteres bei Seite schob. Dann würden ihm vermuthlich selbst einige Bedenken gegen die Exactheit seiner bis dahin erzielten Localisationseffecte gekommen sein. —

Wir hatten in der mehrfach angeführten Abhandlung rücksichtlich der Methode, vermittelst deren wir unsere Centren localisirten, angegeben, dass wir zunächst die Stelle aufsuchten, welche bei der geringsten, überhaupt noch erregenden Stromstärke die stärkste Zuckung auslöste, und dann eine Stecknadel zwischen den beiden Elektroden in das Gehirn des noch lebenden Thieres einsenkten. Nachdem wir nachgewiesen hatten, dass auf stärkere Ströme nicht nur die von uns sogenannten Centren, sondern auch die zwischen ihnen liegenden Theile des Hirns mit einer motorischen Leistung antworteten, erschien jede andere Reizmethode als die, welche sich

in der gedachten Weise der Stromstärke des Zuckungsminimums bediente, des Zweckes und Interesses baar. Unsere und auch Ferrier's ausgesprochene Absicht war ja zu localisiren. Aus den angeführten Thatsachen geht aber ohne Weiteres hervor, dass bei Anwendung stärkerer Ströme tiefer gelegene, sowie oberflächliche Nachbartheile mit in den Bereich der wirksamen Reizung gezogen werden. Da man nun weiss, dass die Markstrahlung von Vorne nach Hinten zieht, und da wir insbesondere noch durch Einstechen isolirter Elektroden die Erregbarkeit dieser Markstrahlung nachgewiesen hatten, so musste sich jedem einsichtigen Experimentator sofort der Gedanke aufdrängen, dass die Reizeffecte stärkerer Ströme einfach durch die Bethätigung der nach den Ganglien ziehenden, vielleicht sogar der in derselben verlaufenden Faserung zu erklären seien. Selbstverständlich hat der Nachweis derartiger Leitungsbahnen mit der Localisation centraler Zusammenfassungen nur dann etwas zu thun und überhaupt nur dann einen Sinn, wenn es entweder gelingt die Annäherung der Markstrahlung an die grauen Massen nachzuweisen, oder, was noch wünschenswerther wäre, den ganzen Verlauf derselben zu verfolgen. Auf den letzteren Zweck liefen meine Versuche an curarisirten Thieren hinaus.

Ueber diese Erwägungen hat Ferrier sich einfach hinweggesetzt. Er hat von der Anwendung der Stromstärke des Zuckungsminimums überall abgesehen und einfach in der Mehrzahl seiner Versuche die secundäre Spirale der primären bei Anwendung eines Zinkkohlenelementes bis auf 8 Cm. genähert. Hierbei war der Strom so stark, dass er auf der Zunge „without great discomfort“ zu ertragen war. Wir hatten nachgewiesen, dass schon ein Strom, der auf der Zunge eben empfunden wird, zu Reizeffecten führen kann. Aber nicht zufrieden mit den so erzielten Bewegungen nähert Ferrier die Spiralen bis auf 6, ja sogar bis auf 4 Cm., indem er das Ausbleiben der Zuckung bei der ursprünglich benutzten enormen Stromstärke in keinem Falle aus Mangel motorischer Elemente in den benachbarten Hirnpartieen, sondern sobald ihm ein stärkerer Strom auch nur in einem einzigen Falle Muskelleistungen ergiebt, auf Erschöpfung, auf Blutverlust oder andere Versuchsfehler schiebt. Er versäumt die Richtigkeit dieser Annahmen durch neue Versuche

oder, was ja so einfach war, durch Controle an als irritabel bekannten Feldern zu bestätigen. Natürlicherweise ist es sehr leicht auf diese Art allerlei Reizeffecte zu erzielen, indessen wird doch Niemand denselben irgend eine Wichtigkeit beimessen wollen, ehe sie nicht in etwas vorsichtigerer Weise verificirt worden sind.

Ist die Anwendung so starker Ströme überhaupt schon bedenklich, so wird sie es doppelt, wenn es sich um Inductionsströme handelt. Die hohe Spannung des Inductionsstromes lässt die Möglichkeit unipolarer Reizung, weiter Verbreitung wirksamer Schleifen durch die Hirnsubstanz selbst, und durch Vermittlung der Cerebrospinalflüssigkeit zu. Man kann sich leicht überzeugen, dass die Anwesenheit einer Brücke von Flüssigkeit zwischen den auf dem Hinterhirn ruhenden Elektroden und dem zurückgeschlagenen Temporalis genügt, um entweder den genannten Muskel selbst, oder beliebige grosse Gruppen von Motoren in Bewegung zu setzen. Tupft man die Flüssigkeit fort, so verschwinden sämmtliche Reizeffecte. Ebenso leicht gelangen Schleifen zu der Dura und führen zu Reflexbewegungen aller erdenklichen Art.

Ferrier hat indessen offenbar ohne jede Kenntniss der Gesetze der Stromvertheilung in nicht prismatischen feuchten Leitern gearbeitet; das beweisen insbesondere die von ihm zur Erregung epileptiformer Anfälle an der Katze angestellten Versuche. Die Spiralen waren bei diesen Versuchen auf 5 Cm. genähert. Bei einer von fünf Reizungen lag die ganze Hirnfläche, bei einer andern zwei Drittel derselben der Länge nach zwischen den Elektroden, bei den drei anderen Reizversuchen wurden die Elektroden in transversaler Richtung aufgesetzt, so jedoch, dass mindestens immer ein Sulcus zwischen denselben lag. Hieran schliesst Ferrier folgende Bemerkung: „Die Reizung war gänzlich auf die Oberfläche der Hemisphären begrenzt, da die Elektroden einfach angelegt wurden, ohne irgend eine mechanische oder tiefere Läsion in irgend einem Falle zu verursachen.“[1]) Dies mag genügen, um die physikalische Vorbildung mit der Ferrier an so überaus difficile Versuche ging, darzulegen.

---

1) The irritation was entirely confined to the surface of the hemispheres, the electrodes being simply applied without causing mechanical or deep seated lesion in any case. A. a. O. S. 39.

Es bleibt mir noch übrig nachzuweisen, weshalb die Anwendung des Inductionsstroms als einziges Untersuchungsmittel zu verwerfen ist. Der Hauptgrund liegt in der a. a. O. S. 17 hervorgehobenen Thatsache, dass die Stromstärke des Zuckungsminimums keine recht gleichmässigen Resultate giebt. Nimmt man dann stärkere Ströme, so setzt man sich den angeführten und anderen Fehlerquellen aus. Namentlich sind die epileptiformen Anfälle im höchsten Grade störend. Während derselben quillt das Gehirn aus der Trepanationswunde heraus und gewinnt ein glasiges Ansehn. Nachher ist seine Erregbarkeit enorm herabgesetzt, so dass auf längere Zeit nur Ströme, deren Verbreitungsbezirk durch die Hirnmassen gar nicht zu berechnen ist, noch Zuckung auslösen. Macht man an einem Gehirne, welches einen epileptiformen Anfall überstanden hat, Durchschnitte, so findet man regelmässig Extravasate von Hirsekorn- bis Erbsengrösse, die am häufigsten ihren Sitz an der Grenzschicht der Rinde haben, sich aber gelegentlich auch bis an das Ependym der Ventrikel verfolgen lassen. Es ist ziemlich sicher, dass ein Theil dieser Extravasate durch den Anfall selbst entsteht, indessen beobachtet man oberflächlichere Blutergüsse auch wenn kein Anfall vorhergegangen ist. Ausserdem bemerke ich noch beiläufig, dass man regelmässig an Gehirnen, die einen epileptiformen Anfall durchgemacht haben, bei der Section eine sehr deutliche Injection der kleinsten Gefässe der Pia an der medialen Fläche des vorderen Drittels beider Hemisphären vorfindet. Dies scheint mir zu beweisen, dass bei diesen durch Faradisirung hervorgebrachten Anfällen sich, wie allerdings zu vermuthen war, die Gefässerregung auf das ganze Gehirn ausbreitet. Zwischenstufen scheinen mir jene localen Anfälle zu sein, von denen wir schon a. a. O. gehandelt haben.

Wie dem nun auch sein möge, das ist wohl unbestreitbar, dass eine Reizmethode, welche in allen Fällen so grobe Zerstörungen der Substanz setzt und ausserdem noch anderer, weniger leicht übersehbarer, wichtiger Veränderungen verdächtig ist, dass eine solche Reizmethode als einziges Untersuchungsmittel verworfen werden muss, sobald noch irgend eine andere Methode existirt.

Höchst störend sind ferner die Nachbewegungen, welche selbst bei Anwendung ganz schwacher Ströme aufzutreten pflegen. Dieselben

sehen manchmal genau so aus wie die ursprünglich durch den Reiz hervorgebrachten Zuckungen, und sie können um so eher zu Täuschungen führen, als bei Anwendung schwacher Inductionsströme manchmal mehrere Secunden vergehen, bevor der Reizeffect sichtbar wird. Wem wird es überhaupt einfallen eine Reizmethode, die auch zu Reizeffecten führt, wenn nicht gereizt wird, ausschliesslich anzuwenden? —

Endlich bedarf die Art der von Ferrier angewendeten Narkose noch einer Erwähnung. Abgesehen von Rücksichten der Menschlichkeit will Ferrier dieselbe benutzt haben, um Reflex- und willkürliche Bewegungen auszuschliessen. Es geht aber aus seinen eigenen Versuchsprotokollen hervor, dass er diesen Zweck jedenfalls höchst unvollkommen erreicht hat. Seine Versuchsthiere machen nicht nur dennoch Reflexbewegungen, sondern sie schreien und beissen auch, sie nagen ihre eigenen Pfoten, sie wedeln mit dem Schwanz, sie sperren die Schnauze auf und zu und stecken die Zunge abwechselnd heraus und ziehen sie wieder ein. Dass in einer solchen Narkose die von Ferrier gesuchte Garantie nicht liegt, bedarf wohl keines Beweises.

Blicken wir nun auf das bisher Angeführte zurück, so dürfen wir wohl sagen, dass selten jemals Untersuchungen über eines der wichtigsten Capitel der Nervenphysiologie auf Grund eines so überaus winzigen Materiales, mit Hülfe so geringer physikalischer Vorbereitung, unter so gänzlicher Vernachlässigung aller unbedingt zu verlangender Vorsicht angestellt worden sind.

B. Die Resultate Ferrier's.

I. Allgemeine Differenzen zwischen den Reizeffecten Ferrier's und den Meinigen.

Zwischen den Resultaten Ferrier's und den meinigen existiren zwei principielle Differenzen: Erstens ist nach Ferrier fast das ganze Grosshirn erregbar, insbesondere die Gyri *a*, *b*, *c*, *d* (Stirntheil) und der grössere Theil der von mir als Hinterhaupts- und Schläfenlappen

angesprochenen Zonen, während schon durch Fritsch und mich die Oberflächen der letztgenannten Theile als unerregbar bezeichnet waren, und ich in der vorgedruckten Abhandlung den eigentlichen Stirntheil incl. des grösseren Theils des Gyrus *d* als unerregbar bezeichne. Man sieht sofort ein, dass wenn die Ferrier'schen Angaben richtig wären, man sich ein ganz anderes Bild von dem anatomischen und physiologischen Verhalten des Centralorgans würde machen müssen, als wenn es bei den Unsrigen sein Bewenden hätte.

Wir hatten als eins unserer wesentlichsten Resultate durch den Druck und die Stellung des Satzes noch besonders hervorgehoben die Thatsache, dass ein beträchtlicher Theil der die grossen Hemisphären zusammensetzenden Nervenmassen in unmittelbarer Beziehung zur Muskelbewegung steht, während ein anderer Theil offenbar wenigstens direct nichts damit zu schaffen hat. Wenn dem so war und ist, so musste man sich folgerecht vorstellen, dass ähnlich diesen motorischen Projectionsfeldern auch gesonderte sensible und sensuelle bestünden. Wären aber die Ferrier'schen Untersuchungen richtig, so würde diese Annahme fast zur Unmöglichkeit; denn für die Katze wenigstens ist es ihm gelungen Erregbarkeit fast des ganzen Grosshirns nachzuweisen. Beim Hunde freilich fand er einige Stellen von etwas grösserem Umfange unerregbar. Nach diesen Ergebnissen würde man also zu der Annahme gedrängt, dass die nach Innen und nach Aussen gerichteten seelischen Vorgänge, sowie die dazwischen liegenden Verbindungsglieder ihr materielles Substrat nicht in gesonderten Hirnabschnitten, sondern durch einander gemischt besässen. An und für sich wäre ein solches Verhalten ja nicht unmöglich. Es würde sich in der That mehr der Flourens'schen neuerdings wieder von Brown-Séquard vertretenen Anschauung nähern. Aber ob es so ist oder nicht ist, das festzustellen ist eine der wichtigsten Aufgaben, die sowohl in den praktischen als ideellen Wissenschaften, deren Object das Gehirn oder die Seele ist, je aufgeworfen wurden. Ferrier will durch seine Versuche diese Aufgabe nicht etwa im Sinne jener beiden Forscher, sondern in unserem Sinne lösen.

Die zweite principielle Differenz besteht darin, dass Ferrier für die gleichen Muskelgruppen mehrere, gelegentlich weit auseinanderliegende Centren angiebt, andererseits aber von ein- und

derselben Stelle aus verschiedene Muskelgruppen in Bewegung setzt, während wir nur diejenigen Stellen als Centren betrachteten, von denen ans man bei einer ganz geringen Stromintensität localisirte Muskelinnervation vermitteln kann. Solcher Centren fanden wir aber für jede Muskelgruppe nur eins.

Beide Differenzen erklären sich in einfacher Weise aus der verschiedenen Stärke der von uns angewendeten Ströme. Jeder, auch der ungeübteste Experimentator wird dies bei einer Wiederholung der Versuche ohne Weiteres herausfinden. Uebrigens stehen die Ferrier'schen Reizeffecte nicht nur mit den unsrigen, sondern auch unter einander in dem erdenklichsten Widerspruche. Einen Theil dieser Widersprüche haben wir oben S. 66 bereits angeführt, einige andere lasse ich folgen.

An der Stelle, wo beim Hunde das Schwanzcentrum (9) (Fig. 4) liegt, ist das Hirn der Katze (3) (Fig. 6 u. 7) unerregbar, wo die Katze (4) die Brauen runzelt und das Ohr bewegt ist das Hirn des Hundes (10) unerregbar. Reizung des Schläfenlappens giebt bei der Katze Schliessung und Oeffnung der Kiefer und Hervorstrecken der Zunge, beim Hunde nichts. Hingegen lässt Reizung der Stelle, welche dem Hunde (19) die Kiefer schliesst, die Katze (6) mit der Pfote schlagen und die Klauen hervorstrecken. Bewegungen der Augäpfel werden bei der Katze von den bei mir mit *f*, *n* und *g* bezeichneten Gyris ausgelöst. Drehung des Kopfes nach der entgegengesetzten Seite erfolgt auf Reizung fast des ganzen Hinterhirns u. s. w. u. s. w. — Das Hirn der Katze unterscheidet sich von dem des Hundes nur wenig. Der wesentlichste Unterschied besteht darin, dass das Katzenhirn sehr viel kleiner ist. Unter diesen Umständen wäre die erhebliche Differenz, welche Ferrier's Versuche zwischen den correspondirenden Regionen beider Thiere, wenn auch nicht für ihn, so doch für mich ergeben, schon an und für sich geeignet, die ernstesten Bedenken gegen die richtige Localisation seiner Reizeffecte wachzurufen.

Ich habe zum Ueberfluss jede einzelne seiner Angaben in soweit sie das Grosshirn des Hundes, der Katze und des Meerschweinchens betreffen, in der eingehendsten Weise experimentell geprüft und ich werde in Folgendem die

Ergebnisse dieser vergleichenden Untersuchungen, soweit es erforderlich ist, im Detail vortragen.

Ausser diesen Untersuchungen über das Grosshirn publicirt Ferrier in demselben Aufsatze noch nach den gleichen Grundsätzen angestellte Untersuchungen über den Streifenhügel, den Sehhügel, die Corpora quadrigemina und das Kleinhirn. Bei allen diesen Untersuchungen ist die Literatur so gut wie gar nicht berücksichtigt, namentlich werden die Einwände, welche früher gegen derartige, wenig vorsichtige Methoden erhoben worden sind, nirgends in Betracht gezogen. Ich habe immer geglaubt, dass so umfangreiche Untersuchungen eine über Jahre ausgedehnte Thätigkeit erforderten, und ich bin deswegen für jetzt ausser Stande experimentelle Thatsachen neueren Datums über die Function auch dieser Hirnprovinzen beizubringen. Indessen verweise ich, was das Kleinhirn betrifft auf zwei unten folgende, von mir bereits im Anfang des Jahres 1872 in Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv zuerst publicirte Abhandlungen. Ausserdem erinnere ich unter Hinweis auf S. 9, dass ich meine eigenen Untersuchungen mit dem generellen Nachweise der Erregbarkeit des Kaninchenhirns begonnen habe. Wegen der Kleinheit der Theile ist hier eine Isolirung der Reize noch schwerer zu beweisen als beim Katzengehirn. Es scheint mir deshalb zwecklos vor der Hand auf Versuche, welche Ferrier auch an diesem Thiere angestellt hat, überhaupt einzugehen.

II. Specielle Differenzen zwischen den Reizeffecten Ferrier's und den Meinigen.

1. Versuche an Hunden.

Die Mehrzahl meiner, hier in Frage stehenden Versuche wurden an Hunden angestellt, da die Katze, wie wir später sehen werden, sich für dieselben weniger eignet. Ich opferte im Ganzen diesem Zwecke 17 Thiere, von denen eines in Folge von Anämie, zwei andere in Folge der angewendeten Narkotica unbrauchbar wurden, oder zu Grunde gingen. Es bleiben also 14 brauchbare Vivisectionen.

Die Operation wurde bei dieser Reihe von Versuchen fast immer ohne Narkose angefangen und, wenn es möglich war, auch beendet. Waren die Thiere hingegen nach Freilegung des Hirns entweder zu unruhig oder bekamen sie, was in diesem Stadium sehr häufig der Fall ist, allgemeines Zittern, so wurde ihnen eine subcutane Morphium-Injection von 0,02 bis 0,04 Gramm Morphium muriaticum gemacht, in Folge deren die angeführten Erscheinungen sich soweit verloren, dass die Untersuchung fortgeführt werden konnte. Vor der Injection wurde jedoch das Zuckungsminimum für den Orbicularis palpebrarum, womöglich auch für die Vorderextremität festgestellt und nach der Injection von Zeit zu Zeit controlirt, ob die Erregbarkeit erheblich gesunken war oder nicht. Ich überzeugte mich von Neuem, dass das Morphium unter den gegebenen Verhältnissen einen Einfluss auf die Erregbarkeit nicht hat.

Zur Blutstillung pflege ich kleine Streifen Feuerschwamm zu benutzen, welche theils in die blutenden Emissarien eingeführt, theils auf die durchschnittenen Knochenflächen aufgedrückt werden. Den Thieren wurde regelmässig die Tracheotomie gemacht, um dem Schreien vorzubeugen. Der Inductionsapparat wurde durch ein sehr schwaches Element nach Leclanché getrieben. Im Uebrigen verweise ich wegen der Methode auf die Angaben der beiden vorstehenden Abhandlungen.

a) Unerregbare Zone.

In der von mir als unerregbar bezeichneten Zone fand Ferrier zunächst eine Reihe von Hirnpartieen erregbar, welche nach hinten an die von mir als erregbar bezeichneten Theile grenzen. Der erste Punkt[1]) (9) liegt im Gyrus *m*. Ferrier hat von ihm aus bei dem einen seiner Versuche am Hunde Schwanzbewegungen hervorgebracht, bei dem zweiten Versuche wurde dieser Punkt nicht berücksichtigt. Dieses eine Resultat genügt Ferrier, um die betreffende Partie nicht nur als Centrum für die Schwanzbewegungen zu bezeichnen, sondern auch mit Rücksicht auf die Ausdehnung dieser Stelle weittragende Schlüsse zu ziehen, von denen später die Rede sein wird. Ich selbst fand die fragliche Stelle bei der Stromstärke des Zuckungs-

---

1) Die sämmtlichen Punkte sind auf Fig. 4 S. 79 reproducirt.

minimums und beträchtlich höheren Stromstärken stets unerregbar. Bei einzelnen Versuchen konnte man sogar mit 10 Elementen ohne Nebenschliessung und mit beliebig starken Inductionsströmen reizen, ohne dass Zuckungen eintraten. Bei anderen Versuchen hingegen bewegte sich unter diesen Umständen allerdings der Schwanz. Dann nahm die Stärke der Contractionen aber stets zu, sobald die Elektroden nach vorne in die erregbare Zone rückten. Jedoch reagirte auch diese Stelle auf die Stromstärke des Zuckungsminimums und die nächst höheren Stromstärken nicht mit Schwanzbewegungen, während man unter den letztangeführten Bedingungen deutliche Zuckungen von dem Centrum für die hintere Extremität aus auch in der Schwanzmuskulatur hervorrief. Wir hatten bereits in der ersten Abhandlung angegeben, dass wir nicht nur diese Muskeln, sondern auch die des Rumpfes von der erregbaren Zone aus hätten in Bewegung setzen können, dass uns jedoch ihre Isolirung nicht gelungen sei. Gelegentlich der in der zweiten Abhandlung angeführten Versuche hatte ich auf Isolirung der Schwanzmuskeln wiederum viele Mühe verwendet. In der That war es mir denn auch bei einigen Versuchen gelungen den Schwanz von der oben bezeichneten Stelle, dicht lateralwärts neben dem Centrum für die hintere Extremität aus isolirt in Bewegung zu setzen. Da jedoch dieses Resultat nicht constant hervorzubringen war, so glaubte ich auf die Wiedergabe desselben verzichten zu sollen.[1]) Die neuerdings angestellten Versuche haben in dem damals erreichten Zahlenverhältniss so wenig geändert, dass ich auch jetzt noch Anstand nehme die betreffenden Theile als der Rinde angehörig zu betrachten. Des Centrums für das Hinterbein war bei Ferrier, merkwürdiger Weise nur in einer Anmerkung gedacht, auch ist die Stelle nicht mit einer Zahl, wie die Uebrigen bezeichnet. Ferrier schliesst sich mit seiner Angabe der Unsrigen an, macht aber von dort aus hervorzurufender Schwanzbewegungen keine Erwähnung.

Nach Diesem muss ich schliessen, dass die Reizeffecte, welche Ferrier bei Faradisirung des Punktes (9) sah, auf zu anderen Theilen gelangende Stromschleifen zurückzuführen sind.

---

1) Doch habe ich auf der Kupfertafel Fig. 1. a. a. O. 1873 diese Stelle durch eine punktirte Linie angedeutet, und dieses Zeichen auch auf den Figg. 2 und 5 reproducirt.

Der Punkt (11) Ferrier's liegt unmittelbar hinter dem Centrum für den Orbicularis palpebrarum. Bei dem ersten von Ferrier's Versuchen bewirkte dessen Reizung Schluss des Auges, bei dem zweiten Drehung des Kopfes nach der anderen Seite. Reizte er bei dem zweiten Versuche zwischen (11) und (5) (Centrum für Orbicularis palpebrarum), so hob sich die Augenbraue; also drei verschiedene Reizeffecte! Bei meinen eigenen Versuchen fand ich diese Gegend auf die Stromstärke des Zuckungsminimums und die nächst höheren Stromstärken niemals mit einem Reizeffecte antwortend. Bei beträchtlich stärkeren Strömen traten Zuckungen im Orbicularis palpebrarum ein, die an Intensität zunahmen, sobald ich mich mit den Elektroden dem von uns als Centrum für diesen Muskel bezeichneten Punkt (5) näherte.

Ich kann deshalb nur den Schluss ziehen, dass auch hier die Reizeffecte Ferrier's durch Stromschleifen, welche zu dem bezeichneten Punkte (5) gelangten, bedingt sind.

Der dritte Punkt, welcher die erregbare Zone nach hinten begrenzt (16), liegt in dem Gyrus *o*. Bei dem ersten seiner zwei Versuche fand Ferrier denselben nicht erregbar, bei dem zweiten Versuche wurde das Ohr nach unten und hinten gezogen. Ich fand bei meinen Versuchen die fragliche Stelle unerregbar.

Der vierte Punkt (20) liegt an der Stelle, wo Gyrus *h* und *i* zusammen laufen. Durch Reizung desselben rief Ferrier keine Bewegungen hervor; auch mir gelang dies nicht; auf die Schlüsse, die Ferrier zieht, kommen wir zurück.

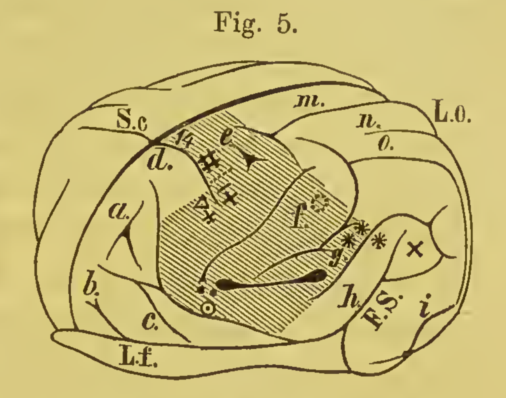
Wir betrachten die Punkte (11), (12), (16), und (17) Ferrier's, wie den dazwischen gelegenen Raum mit Ferrier gemeinschaftlich. Der in Frage stehende Raum umfasst den ganzen Hinterhauptlappen bis zur Grenze des Schläfenlappens, abgesehen von der äusseren Fläche des Randwulstes. Bei dem ersten von Ferrier's Versuchen ergab Reizung dieser Region keine Bewegungen, nur, wie schon angeführt, traten auf Reizung von (11) Contractionen im Orbicularis palpebrarum ein und bei Reizung von (12) (Rollenabstand 4 Cm.!) eine Bewegung des Kopfes nach der anderen Seite, durch welche ein epileptiformer Anfall eingeleitet wurde. Bei dem zweiten Versuche trat auf Reizung von (11), (12) und des zwischen (11) und

(17) liegenden Raumes Drehung des Kopfes nach der anderen Seite ein; (16) ergab, wie schon angeführt, eine Ohrbewegung und (17) wurde nicht gereizt. Ferrier zieht hieraus den Schluss, dass diese ganze Gegend die von ihm, ich weiss nicht aus welchem Grunde zusammengeworfenen, seitlichen Bewegungen des Kopfes und Ohres vermittle.

Fig. 4.

L. f.: Stirnregion. L. o.: Hinterhauptsregion. F. S.: Fossa Sylvii. S. c. und 14: Sulcus cruciatus (Leuret), front. (Owen). *e-h* Scheitelwindungen. *m-o* Hinterhauptswindungen. *i* vordere Schläfenwindung. *a-d* Stirnwindungen (die Buchstaben *a-c* stehen vor den durch sie bezeichneten Theilen).

Fig. 5.



Die Buchstaben wie auf Fig. 4. △ Reizpunkt für Rumpfmuskeln; ╪ und + für vordere Extremität; ♯ für Hinterextremität; ⁝ für Schwanz; I für beide Extremitäten; ◌ für Bewegung und Schutz des Auges; ⊙ für Zunge; ·· für Kieferöffnung; unmittelbar dahinter zwei durch eine Linie verbundene Punkte für Schluss der Kiefer, Retraction der Mundwinkel und Retraction der Zunge; ⁂ × für Ohrbewegungen.

Die Reizung von (17) hat ihm in keinem Falle von seinen zweien ein Resultat ergeben. Ich begreife darnach nicht, mit welchem Recht er auch diese Stelle hier glaubt namhaft machen zu dürfen. Ebenso ergab (11) bei dem einen Versuche Schluss des Auges und nur beim zweiten Drehung des Kopfes. Nur (12) hätte in beiden Fällen wirklich Drehung des Kopfes ergeben, und (16) in dem einen Falle die Ohrbewegung; dazu war die Drehung des Kopfes bei (12) in dem einen Falle noch die Einleitung zu einem epileptiformen Anfalle.

Bei meinen eigenen Versuchen fand ich, dass man in der grossen Mehrzahl der Fälle fast die ganze, nicht unmittelbar an die erregbare Zone grenzende Partie mit Strömen jeder Intensität reizen kann, ohne dass weder Bewegungen des Kopfes noch des Ohres eintreten.

In spärlichen Fällen beobachtete ich jedoch allerdings Drehung des Kopfes nach der anderen Seite, sowie Rückwärtsbewegung des Ohres bei Anwendung sehr starker Ströme. Auch bei mir bildete die erstere Bewegung einmal die Einleitung zu einem epileptiformen Anfalle, während ich, wie später gezeigt werden wird, Ohrbewegungen mit schwächeren Strömen, aber nur in einer kleinen Zahl von Fällen, von einer mehr nach vorn gelegenen Stelle aus hervorbringen konnte. Die Stromstärke des Zuckungsminimums, sowie beträchtlich stärkere Ströme ergaben aber von den jetzt in Rede stehenden Punkten aus in keinem Falle eine Zuckung. Es handelt sich also bei jenen ausnahmsweise eintretenden Reizeffecten zweifelsohne um nach der Basis zu vordringende Stromschleifen. Die fraglichen Partieen selbst sind auf Grund der anderen Versuche mit Bestimmtheit als unerregbar anzusprechen. Ich bemerke zur Stütze dessen ausdrücklich, dass bei meinen Untersuchungen das etwaige Vorhandensein eines Erschöpfungsstadiums nicht in Frage kommen konnte; denn bei jedem einzelnen Versuche wurde von Zeit zu Zeit der Erregbarkeitszustand der genau bekannten Centren controlirt und dann mit dem Erregbarkeitszustande zweifelhafter Theile verglichen. Sobald ein nennenswerthes Absinken der Erregbarkeit zu constatiren war, wurde der Versuch entweder ohne Weiteres aufgegeben, oder die erhaltenen Resultate nur unter Reserve notirt.

Soviel von den nach hinten gelegenen Partieen. Nach vorwärts von den durch mich bezeichneten Grenzen fand Ferrier den ganzen Rest des Hirns erregbar. Die mediale Partie des Gyrus *d*, sowie dessen Vereinigungsstelle mit dem Gyrus *a*, resp. der senkrecht abfallende Theil des Gyrus *d*, (4) und (15) ergaben, in dem einen Versuche Erhebung des oberen Lides, bei dem anderen Versuche wurden diese Punkte nicht gereizt. Ich mache darauf aufmerksam, dass bei jenem Versuche ein Punkt in dem hinteren Theile der unerregbaren Zone mit Erhebung des oberen Lides geantwortet hatte, welcher bei dem ersten Versuche seinerseits nicht reagirte. Dieses schiebt Ferrier darauf, dass er den rechten Punkt nicht getroffen habe. Es gäbe also zwei weit auseinanderliegende Centralstellen für diese Function.

Bei meinen eigenen Versuchen konnte ich in der Regel die fraglichen Stellen sowohl mit Inductions-, als auch galvanischen Strömen

jeder Intensität reizen, ohne dass die entsprechende oder eine andere Reaction eintrat. In einigen Versuchen erfolgte allerdings eine, jedoch doppelseitige Erhebung des oberen Lides, die zweifelsohne auf eine Innervation des Levator palpebrae superioris und nicht etwa des Frontalis zu beziehen war. Indessen auch hierzu war ein unverhältnissmässig starker Strom erforderlich: Das Zuckungsminimum trat nämlich im Orbicularis palpebrarum bei 15 S. EE. Widerstand der Nebenschliessung ein, während die fragliche Stelle erst auf 100 Wendung deutlich reagirte, 80 Wendung ergab noch nicht die Spur einer Zuckung. Die Stromstärke für das Zuckungsminimum auf Reizung mit dem Inductionsstrome war an dieser Stelle 80 Rollenabstand. Rückte man nun mit den Elektroden mehr und mehr lateralwärts, so nahm bei gleicher Stromstärke die Intensität der Muskelcontraction mehr und mehr zu, auch wurde eine Anfangs undeutliche Pupillendilatation deutlicher. Die Reaction war am Stärksten und das Zuckungsminimum lag am Niedrigsten in der Gegend von △ Figg. 1. 2. 5. Auch dort waren aber immer 70 S. EE. Wendung erforderlich um überhaupt eine minimale Bewegung zu erzielen.

Es kann sich also auch bei diesem Reizeffecte nur um Vordringen von Stromschleifen nach der Basis zu handeln, und grade dieser wie die zuletzt angeführten Versuche würden auf's Deutlichste beweisen, wenn es eines besonderen Beweises bedürfte, nicht nur wie ausserordentlich vorsichtig man mit seinen Schlüssen bei dieser Materie sein muss, sondern auch wie dieselben niemals allein auf solche Versuche basirt werden dürfen, bei denen erheblich grössere Stromintensitäten als die des Zuckungsminimums zur Anwendung kommen. —

Die Untersuchung des Vorderlappens unterliegt wegen der Kleinheit der Theile besonderen Schwierigkeiten. Man muss zu diesem Behufe den Bulbus exstirpiren und selbst dann noch hängt die Aufdeckung dieses Theiles in der möglichen Ausdehnung, ohne Nebenverletzungen hervorzubringen, und ohne dass das Thier durch Blutverlust und Schmerz zu sehr erschöpft wird, bei aller Sorgfalt und Uebung von Zufälligkeiten ab. Ausserdem sammelt sich in dieser Gegend mit Vorliebe Cerebrospinalflüssigkeit und Wundsecret aus der Orbitalgegend her an, so dass die Untersuchung dieses Hirntheiles mit

doppelter Vorsicht, und die Schlussfolgerungen, soweit positive Reizeffecte erscheinen, mit doppelter Reserve in die Hand genommen werden müssen.

Ferrier fand bei dem einen seiner beiden Versuche, (23) bei dem die Spiralen bis auf 4 Cm. genähert waren, ein plötzliches Zurückziehen des Kopfes gegen die Brust; bei dem zweiten Versuche wurde auch dieser Punkt nicht gereizt.

Bei meinen eigenen Versuchen sah ich ausserordentlich häufig auf Anwendung stärkerer Ströme Bewegungen aller Art eintreten, und zwar liessen sich unterscheiden einfache Reflexbewegungen und solche, die durch Stromschleifen zu anderen Theilen bedingt waren. Reflexbewegungen kommen hier sehr leicht wegen der Nähe der Dura zu Stande und sie trugen hier wie überall den Charakter zweckmässiger Fluchtbewegungen. Andererseits traten manchmal doppelseitige Contractionen der zwischen Sternum und Zungenbein, Kiefer und Zunge verlaufenden Muskeln ein, welche an Intensität zunahmen, sobald man etwas mehr nach Hinten ging, als man in eine Gegend kam, welche wie wir sehen werden, mit diesen Bewegungen directer etwas zu thun hat. Ausserdem habe ich durch starke Ströme von derselben Gegend aus schüttelnde Bewegungen mit dem Kopfe, Verziehung der Nase nach der rechten Seite und andere Bewegungen hervorgebracht. Auf die Stromstärke des Zuckungsminimums und die nächst höher liegenden Stromstärken reagirte der Stirnlappen nie. Hingegen gelang es sogar in einzelnen Fällen, bei denen die Präparation diesen Theil in grösserer Ausdehnung gänzlich von flüssigen und festen Umgebungen isoliren konnte, ausserordentlich starke Ströme anzuwenden, ohne dass Zuckungen eintraten. Zu gleicher Zeit reagirten die übrigen Centren in der gewohnten Weise. Wenn man aber bei Strömen mittlerer Intensität die Electroden in die sich am Schädelgrunde ansammelnde Flüssigkeit tauchte, so traten unfehlbar Zuckungen ein.

Die Punkte (21) und (22) Ferrier's liegen nach der Beschreibung, und soweit diese verständlich ist,[1]) auch nach der Zeichnung

---

1) Die fraglichen Abbildungen des Hundehirns sehen diesem Organe an dessen Vorderseite wenig ähnlich. Ferrier hat offenbar die Pia nicht abgezogen, und vermuthet deshalb auch eine nicht bestehende Continuität zwischen Stirn- und Scheitelwindungen.

im Gyrus *c* und an der Grenze des Gyrus *a* gegen den Letzteren. Ferrier sagt Folgendes über die hier erzielten Reizeffecte: „Punkt (21): Zurückziehen des Kopfes und Oeffnen des Mundes. Das Thier macht einen schwachen Versuch zu einem Schrei oder Knurren. Das Thier war zu diesem Zeitpunkte ausserordentlich erschöpft. Wiederholte Application der Elektroden an diesem Punkte und seiner Nachbarschaft verursachten winselnde und knurrende Geräusche, wie sie ein träumender Hund macht. Diese Laute wurden bei Application der Elektroden auf andere Theile des Gehirns zu dieser Zeit nicht ausgestossen.“ (Ich bin überzeugt, wenn Ferrier die Elektroden zu gleicher Zeit hätte auf andere Theile der Dura appliciren wollen, so würde er gleiche Laute zu hören bekommen haben.) „Punkt (22) Spiralen auf 4 Cm. (!) da die Erregbarkeit des Gehirns herabgesetzt ist; das Thier öffnet den Mund, zieht die Oberlippen zurück und macht eine Art von schnüffelndem oder brummendem Geräusch.“

Bei dem zweiten Versuche wurden auch diese Punkte nicht untersucht, und dennoch genügen jene einmal an einem „ausserordentlich erschöpften Thiere“ bei einer Annäherung der Spiralen auf 4 Cm. erreichten Reizeffecte, Ferrier zu seinen Schlussfolgerungen. Er fasst diese Punkte mit den in zwei anderen Gyris liegenden Punkten (13), (14), (18), (19) und (probably 20) [1]) zusammen, um ihrer Gesammtheit alle einseitigen und doppelseitigen Bewegungen des Mundes, der Zunge, des Kiefers und einige Nackenbewegungen zuzutheilen.

Ich werde auf die fraglichen Bewegungen an einer anderen Stelle einzugehen haben, und darf mich hier wohl mit der Bemerkung begnügen, dass mässig starke Ströme auch von den Punkten (21) und (22) Ferrier's aus nicht mit Zuckungen beantwortet werden. Dennoch mache ich noch ausdrücklich darauf aufmerksam, dass man an diesen Stellen sehr leicht mit dem ersten und zweiten Aste des Quintus in Collision geräth. Namentlich der Supraorbitalis liegt hier

---

1) „Probably“ weil (20) das eine Mal nicht gereizt worden war und das andere Mal keinen Reizeffect gegeben hatte. Bei der Katze trat an der entsprechenden Stelle Drehung des Kopfes ein. Punkt (20) liegt aber an der Sylvischen Grube, darum muss er wohl zu der Articulation in Beziehung stehen!“

dicht neben den Elektroden. Ich habe Gelegenheit genommen mich von seiner directen Betheiligung bei den Reizeffecten Ferrier's zu überzeugen. Andererseits hat Ferrier möglicherweise die Reizeffecte einer etwas mehr nach Hinten gelegenen Fläche irrthümlich an diese Stellen localisirt und sie an richtigen Stellen beobachtet. Wenn man nur einen Versuch macht, sind derartige Irrungen natürlich unvermeidlich.

Auf Grund dieser Untersuchung halte ich nach wie vor auch den Stirntheil des Hundehirns für unerregbar, und die Reizeffecte Ferrier's für Täuschungen durch Stromschleifen. —

Resumiren wir diesen Theil der Untersuchung, so finden wir, dass der vordere Theil der früher von mir als unerregbar bezeichneten Zone, welcher also die Grenze der erregbaren Zone nach Hinten bildet, auf schwache Ströme nie mit Muskelcontractionen antwortet; dass er auf stärkere Ströme manchmal aber nicht immer reagirt, dass diese Reaction stärker wird, wenn man bei gleicher Reizgrösse auf von uns bezeichnete Centren zurückt; dass Application der Elektroden auf den noch weiter nach Hinten liegenden Theil entweder überhaupt keine Bewegungen, oder nur dann solche auslöst, wenn Ströme von enormer Intensität zur Anwendung kommen. Dasselbe finden wir rücksichtlich der vorderen, von mir früher als unerregbar bezeichneten Zone.

Es gelang mir bei einer Anzahl dieser ausnahmsweise auftretenden Reizeffecte den Hergang der Täuschung zu verfolgen. Bei diesen lagen die Einströmungsstellen meist an den Rändern der freigelegten Hirnfläche. Der Mechanismus einer anderen Zahl ausnahmsweiser Reizeffecte liess sich nicht verfolgen. Hier lagen die Einströmungsstellen mehr nach der Mitte der freigelegten Hirnflächen hin. Von beiden Species werden wir im Folgenden fernere Beispiele kennen lernen, und alsdann Gelegenheit nehmen einige Worte über dieselben zu sagen.

Eine Förderung ist der Sache durch die bisher geprüften Versuche Ferrier's nicht geworden, insofern die von ihm publicirten Reizeffecte Producte unzulässiger Methoden sind und ausserdem inconstant auftreten.

b) Erregbare Zone.[1])

Die Versuche Ferrier's über Reizung der von Fritsch und mir bezeichneten Stellen gaben im Allgemeinen dieselben Resultate, welche wir publicirt hatten. Nur sind die Seinigen mehr complicirter Natur als die Unsrigen. Er bekommt z. B. gleichzeitig Schliessung des Auges, doppelseitige Augenbewegungen, Pupillendilatation und Drehung des Kopfes nach der anderen Seite von unserem Facialis-Centrum, Punkt (5) aus. Andererseits bekommt er dieselben Bewegungen von einer ganz anderen Stelle, nämlich von unserem Nackenmuskelcentrum, Punkt (3) aus. Dies ist bei der enormen von ihm angewendeten Stromintensität leicht verständlich. Wir wollen darauf nicht noch einmal eingehen.

Reizung seines Punktes (1) ergab ihm dieselben Resultate wie uns. Die Stelle für das Hinterbein hatte er bei den hier in Frage kommenden Untersuchungen, wie es scheint, zu elektrisiren vergessen. Ausserdem liegen in der erregbaren Zone noch seine Punkte (6), (7), (19), (18), (14), (13) und ein Theil der Region (8).

Die Punkte (6), (7) und (8) ergaben ihm denselben Reizeffect wie (5) nämlich Schluss des Auges, was sich durch ihre Nachbarschaft erklärt. Nur bleibt eben bei schwächeren Strömen die fragliche Reaction aus.

Bei Reizung der Punkte (13), (14), (18) und (19) trat Verziehung eines oder beider Mundwinkel ein, bei (14) gleichzeitig eine Ohrbewegung, bei (18) gleichzeitig eine Nackenbewegung und bei (19) gleichzeitig Kieferschluss. In allen Fällen waren die Spiralen sich einander bis auf 6 Cm. genähert.

In der mit Herrn Fritsch gemeinschaftlich publicirten Abhandlung war über Reizung dieser Theile nichts gesagt worden, da wir sie nicht untersucht hatten. In der vorstehenden Abhandlung sind nur Reizeffecte des Punktes (19) erwähnt. Die übrigen hier

---

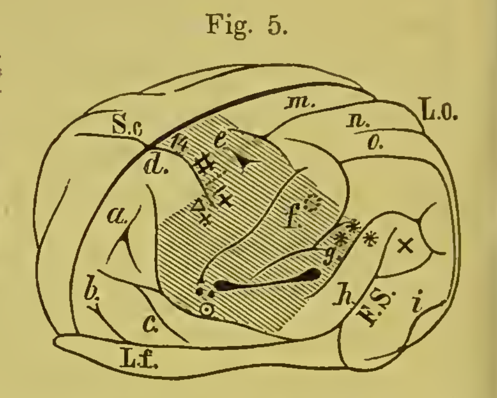
1) Sämmtliche in diesem Abschnitte angeführten Zeichen beziehen sich auf Fig. 5, die Zahlen auf Fig. 4 S. 86. Diejenigen Theile, welche Ferrier als erregbar anspricht sind auf Fig. 4, und diejenigen, welche ich für erregbar halte, auf Fig. 5 durch die Schraffirung bezeichnet. Man vergleiche zur Orientirung die Schraffirung der Figg. 2 u. 3.

in Frage kommenden Punkte hatte ich bei dieser Gelegenheit freilich untersucht, indessen aus später zu erwähnenden Gründen von der Erwähnung des damals Gesehenen Abstand genommen. Bei der jetzigen Serie von Experimenten wurde dieser Region um deshalb die grösste Aufmerksamkeit zugewendet, weil die von dort aus zu producirenden Reizeffecte, nachdem sie einmal zur Sprache gebracht sind, neue Elemente in die Discussion einführen werden, übrigens auch wegen gewisser Beziehungen zur Pathologie ein besonderes Interesse beanspruchen.

Fig. 4.

L. f: Stirnregion. L. o.: Hinterhauptsregion. F S.: Fossa Sylvii. S. c. und 14: Sulcus cruciatus (Leuret), front. (Owen). *e-h* Scheitelwindungen. *m-o* Hinterhauptswindungen. *i* vordere Schläfenwindung. *a-d* Stirnwindungen (die Buchstaben *a-c* stehen vor den durch sie bezeichneten Theilen).

Fig. 5.



Die Buchstaben wie auf Fig. 4. △ Reizpunkt für Rumpfmuskeln; ⊹ und + für vordere Extremität; ♯ für Hinterextremität; ⁝ für Schwanz; I für beide Extremitäten; ⁘ für Bewegung und Schutz des Auges; ⊙ für Zunge; ·· für Kieferöffnung; unmittelbar dahinter zwei durch eine Linie verbundene Punkte für Schluss der Kiefer, Retraction der Mundwinkel und Retraction der Zunge; ⁂ × für Ohrbewegungen.

Dieser ganzen Region kommt eine Eigenschaft zu, welche die Untersuchung nicht nur, sondern auch die Beurtheilung der erhaltenen Reizeffecte auf das Aeusserste erschwert, so dass ich trotz aller Mühe mir in mancher Beziehung ein definitives Urtheil auch jetzt noch nicht habe bilden können und mir dasselbe bis nach Vornahme neuer Untersuchungen nach modificirten Methoden vorbehalte. Man erhält nämlich von dem Gyrus *g* und von der nach Vorn gelegenen, den Gyris *f*, *g* und *h* gemeinschaftlichen

Partie aus in einer Zahl von Fällen schon bei Strömen, welche den Werth des Zuckungsminimums nicht erheblich überschreiten, gut localisirte Zuckungen, während in anderen Fällen unter scheinbar ganz gleichen Umständen, und nachdem die vorbereitende Operation tadellos vollbracht war, zur Erzielung derselben Reizeffecte ausserordentlich viel grössere Stromintensitäten erforderlich sind. Eine Ausnahme macht der mit ⊙ Fig. 5 bezeichnete Punkt, welcher auf den Werth des Zuckungsminimums regelmässig mit einer doppelseitigen Zungenbewegung, bei stärkeren Inductionsströmen mit Herausstecken der Zunge antwortet. Diese Bewegungen werden auf die gleiche, höhere Stromintensität auch von der ganzen, den Gyris *f*, *g* und *h* gemeinschaftlichen Partie aus hervorgerufen. Ausserdem treten bei Reizung der letztgenannten Stelle Kieferbewegungen und zwar sowohl Oeffnung als Schluss der Kiefer, endlich Bewegungen der Mundwinkel, mit einem Worte also Fressbewegungen ein. Etwas nach oben und nach der Mittellinie zu von dem ebenerwähnten Reizpunkt für die eigentlichen Zungenmuskeln lassen sich die Sternohyoidei und thyreoidei erregen.

Die Stelle für Oeffnung der Kiefer ist, auch wenn man zur Anwendung stärkerer Ströme schreiten muss, immer gut zu localisiren. Sie liegt unmittelbar über dem Punkt für die Zunge und die von dort aus mit dem Inductionsstrome erzielte Bewegung ist sehr charakteristisch. Man kann den Hund die Kiefer so weit aufreissen lassen, wie er es willkürlich nie thut. Man sieht, dass diese Stelle nicht weit von Ferrier's Punkt (22) liegt, bei deren Reizung der Hund schrie, winselte und das Maul aufsperrte. Es ist also möglich, dass Ferrier's Reizeffecte zum Theil auf Stromschleifen beruhten, welche nach jenen leichter reizbaren Theilen gelangten und nur zum Theil auf gleichzeitige Reizung der Dura zurückzuführen sind. Die Stelle ist auf Fig. 5 mit zwei bei einanderliegenden Punkten bezeichnet.

Weniger sicher zu localisiren ist die Schliessung der Kiefer. In der Mehrzahl der Fälle lässt sich dieselbe von der unmittelbaren Nachbarschaft der letztgenannten Stelle aus, etwas nach Hinten in der Richtung auf den Gyrus *g* zu hervorbringen. Bei einer anderen kleineren Reihe von Fällen braucht man aber hier stärkere Ströme

als bei dem Punkte (19)[1]) Ferrier's (zwei durch eine Linie verbundene Punkte), so dass derselbe, was diese Fälle angeht, mit seiner Angabe Recht hätte. Ebenso ist es richtig, dass von dem vorderen Theil des Gyrus *g*, den Punkten (14) und (18) aus Verziehung der Mundwinkel, übrigens auch gleichzeitige Depression der Unterlippen (beiderseits) hervorzubringen ist. Aber abgesehen davon, dass wie erwähnt die erforderlichen Stromintensitäten variabel sind, fallen auch alle von hier, nämlich vom Gyrus *g* und der den Gyris *f*, *g* und *h* gemeinschaftlichen Partie aus resultirenden Bewegungen, selbst auf die für diese Theile geltende Stromstärke des Zuckungsminimums doppelseitig aus. Die Contractionen sind dabei auf beiden Seiten gleich stark. Eine Ausnahme von dieser Regel machen die Zygomatici, insofern als dieselben manchmal sogar auf der Seite der Reizung viel stärker innervirt werden. Der Mund wird also dann, wenn z. B. links gereizt wurde, sehr stark nach links und schwach, oder auch gar nicht nach rechts verzogen.

Endlich muss ich noch eine Restriction der von mir früher bezüglich der Reizeffecte des Punktes (19) gemachten Angaben aussprechen. Ich hatte in der vorstehenden Abhandlung S. 47 diesen Punkt als einen solchen bezeichnet, von dem aus die unteren Aggregate des Facialis mit der Stromstärke des Zuckungsminimums zu innerviren wären. Die zwischen ihm und (5) liegenden durch Punkte eingeschlossenen Theile besässen geringere Erregbarkeit, aber grössere als die mehr nach Vorn gelegenen Partieen. Diese Resultate waren dadurch gewonnen worden, dass die erstgenannten Stellen bei mehreren übereinstimmenden Versuchen mit der Stromstärke des Zuckungsminimums und die nachher markirten Grenzen mit einer um etwas höher liegenden Stromstärke nach der auf S. 12 und 45 beschriebenen Methode bezeichnet wurden.

Gelegentlich der jetzigen, viel eingehenderen Untersuchung, bei der insbesondere die Graduirung der Nebenschliessung um einzelne Einheiten viel häufiger Statt hatte, zeigte sich nun erstens von

1) Punkt (19) ist um etwa 2 Mm. zu weit nach Hinten gezeichnet. Wegen der auf Fig. 4 und 5 angewendeten perspectivischen Verkürzung scheint dieser Fehler noch erheblicher. Die Stelle ist bei *g* Fig. 3 S. 47. zu suchen.

Neuem, dass der Reizpunkt für das obere jener beiden Centren, (ebenso übrigens auch für die Centren der Extremitäten) sobald wirklich die niedrigste überhaupt erregende Stromstärke in Anwendung kommt, nicht grösser als ein Stecknadelkopf ist. Es zeigte sich ferner, dass in der grösseren Zahl von Fällen der Punkt (19) nicht auf die Stromstärke reagirt, welche den Effect der Mundwinkelerhebung entweder von dem letztgedachten Punkte ⊙ oder von einem um ein Geringes nach Vorne liegenden Punkte aus hat. Diejenigen Fälle, in denen die Erhebung des Mundwinkels von dem Punkt (19) aus leichter eintritt, als von jener Region sind vielmehr seltener und ich muss es demnach als einen Zufall betrachten, dass mir damals mehrere Versuche hintereinander das entgegengesetzte Resultat ergaben.

Insofern als die in Frage stehenden Muskeln — Emporzieher der Wange — ebenfalls Schutz des Auges bezwecken, wird meine Auffassung jenes Innervationsgebietes als eines Heerdes für Bewegung und Schutz des Auges durch die eben gegebene Berichtigung nicht alterirt.

Wenn ich also das Resultat der über die einzelnen Aggregate des Facialis angestellten Reizversuche resumiren soll, so stellt sich heraus, dass auf den Werth des Zuckungsminimums regelmässig Contractionen nur an der zuerst von uns bezeichneten Stelle (5) eintreten; dieselben betreffen den Orbicularis palpebrarum und meistens auch die Muskeln, welche die Backe und den Mundwinkel gegen das Auge emporziehen. Manchmal liegt der Reizpunkt für die letztangeführten Muskeln um wenige Millimeter weiter nach vor- und abwärts, aber in demselben Gyrus. Manchmal jedoch liegt er im Gyrus *g*, entsprechend dem Punkte (19) Ferrier's und den durchkreuzten Punkten auf Fig. 2 und 3. Diese Bewegungen treten nur gekreuzt auf. Die mehr nach vorn gelegenen Theile des Gyrus *g* antworten hingegen mit doppelseitiger Breitziehung des Mundes (Zygomatici), welche nicht selten auf der gleichnamigen Seite stärker ausfällt, und in der Regel nur durch Ströme, die den Werth des Zuckungsminimums um ein Beträchtliches übersteigen, ausgelöst wird.

Was nun die noch nicht besprochenen Ohrmuskeln angeht, so zeigt sich rücksichlich derselben etwas in einer gewissen Beziehung Analoges. Ferrier hatte in dem einen seiner beiden Versuche eine

Rückwärtsbewegung des Ohres von seinem Punkt (16) aus hervorbringen können. Bei dem anderen Versuche waren an dieser Stelle überhaupt keine Bewegungen aufgetreten. Obwohl ein grosser Theil der von ihm berichteten Resultate sich lediglich auf nachher an diesem Thiere hervorgerufene Reizeffecte stützt, so schiebt er dieses negative Ergebniss doch auf die Erschöpfung seines Versuchsobjectes und hält durch den anderen Versuch für erwiesen, dass Punkt (16) die Centralstelle für die Ohrbewegungen berge. Ich habe schon früher angegeben, dass Ohrbewegungen von diesem Punkte aus auch bei Anwendung der stärksten Ströme nur ausnahmsweise hervorzubringen wären, während derselbe auf einigermassen schwächere Ströme überhaupt niemals reagirt. Nun giebt es aber mehrere andere Punkte, deren Reizung gelegentlich auch bei schwächeren Strömen mit Zuckung beantwortet wird, während in anderen Fällen wieder sehr viel stärkere Ströme erfolglos bleiben. Ausser diesen existirt ein Punkt, er liegt unmittelbar hinter der Sylvischen Grube und ist mit einem X bezeichnet, welcher bei Ausschaltung der Nebenschliessung, nicht aber bei 100 S. E. E. Wendung, mit einer Rückwärtsbewegung des Ohres antwortete. Die ersterwähnten Punkte liegen in den Gyris *g* und *h*, und sind mit $_*{}^*{}_*$ bezeichnet. Das am meisten nach Vorn liegende Sternchen markirt eine Stelle, welche bei einem Versuche auf die Stromstärke des Zuckungsminimums (15 S. E. E. Wendung) mit Vorwärtsbewegung des Ohres, combinirt mit Contraction des Orbicularis oder auch Emporziehen der Backe antwortete. Isolirt war die Ohrbewegung an dieser Stelle nicht hervorzubringen; ging man nun aber in demselben Gyrus nach rückwärts bis zu dem zweiten Sternchen, so hörten zwar bei niedrigeren Stromstärken die Zuckungen gänzlich auf, von 50 S. EE. Wendung an indessen trat dieselbe Ohrbewegung aber nun isolirt auf. Es war ganz merkwürdig zu sehen, wie bei jeder Schliessung das Ohr der gegenüberliegenden Seite isolirt nach Vorn zuckte in einer Art und Intensität, wie es willkürlich und einseitig wohl kaum ausgeführt werden könnte.

Mir schien von grossem Interesse nachzusehen, ob ähnliche inconstante Reizeffecte neben den schon beschriebenen auch noch von anderen Stellen aus zu produciren sein würden, und es gelang mir auch noch mehreren gleichartigen Erscheinungen auf die Spur zu

kommen. So erzielt man bei Reizung des Punktes (19) gelegentlich schon auf sehr schwache Ströme, abgesehen von den früher erwähnten Kiefer- und Mundwinkelbewegungen, auch noch Contractionen der Nacken-, Hals- und der übrigen Gesichtsmuskeln. Endlich reagirt auch der Gyrus *h*, welcher sonst ziemlich starke Ströme ohne Reaction erträgt, manchmal mit mehr weniger verbreiteten Muskelzusammenziehungen. —

Durch die Ergebnisse der zuletzt vorgetragenen Untersuchungen wird der bis dahin scheinbar einfache Sachverhalt bei Weitem complicirter. Wenn nur auf stärkere Ströme inconstante und doppelseitige Bewegungen einträten, so würde auf Grund meiner frühern Untersuchungen die Erklärung nahe liegen, dass Stromschleifen zu den mit doppelseitigen Bewegungen reagirenden Basalganglien (Linsenkern) vordrängen. Schon das Verhalten des von uns sogenannten Centrums für die Nackenmuskeln hatte mich in dieser Beziehung misstrauisch gemacht, denn wir hatten in der ersten Abhandlung anführen müssen, dass wir dasselbe nicht immer auffinden konnten und in der zweiten war erwähnt worden, dass ich gelegentlich den Reizeffect nur mit stärkeren Strömen hätte sichtbar machen können.

Es liess sich aber für diese Erscheinungsweisen noch ein anderer Weg zur Erklärung denken. Die Mehrzahl der hier in Frage stehenden Bewegungen setzen einen grösseren Kraftaufwand voraus, als die Bewegungen des Orbicularis palpebrarum, des Bulbus, der Vorderextremität und der hinteren Extremität. Da nun schon bei Reizung der, den letztgenannten Muskelgruppen entsprechenden Centralgebiete sich eine, wenn auch geringe und der Masse des zu bewegenden Organes proportionale Verstärkung der für das Zuckungsminimum des Orbicularis palpebrarum erforderlichen Stromintensität als nothwendig ergab, so durfte man annehmen, dass auch bei den anderen Körpertheilen der Strom um so stärker würde sein müssen, je schwerer die zu bewegende Last, der zu überwindende Widerstand war. Aus diesem Grunde habe ich, sobald ich von der Stromstärke des Zuckungsminimums spreche, die beschränkende Wendung „und die nächst höher liegenden Stromstärken" gebraucht.

Um diese Frage zu entscheiden, deckte ich schon anlässlich meiner Beschäftigung mit den Nackenmuskeln dieselben auf. Denn

wenn auch der Kopf bei den schwächsten Strömen nicht in Bewegung gesetzt wurde, so lag doch kein Grund vor — die Richtigkeit der früheren Voraussetzungen angenommen — dass sich nicht die einzelnen jedesmal in den Bereich der Reizung gezogenen Muskeln contrahiren sollten. Ich habe bereits auf S. 48 als Resultat der damaligen Untersuchung angegeben, dass diese Vermuthung zutraf. Man sieht, wie ich dies auch neuerdings bestätigt habe, dass sich wirklich auf die Stromstärke des Zuckungsminimums einzelne Muskeln oder auch Theile von Muskeln in Bewegung setzen.

Weder die gleiche Untersuchungsmethode noch das gleiche Raisonnement liess sich auf die Production der Fressbewegungen und der Ohrbewegungen anwenden. Die Fressbewegungen entziehen sich, insoweit es Kieferbewegungen sind, dieser controlirenden Untersuchungsmethode, weil die Thiere zu häufig äusserst kräftige willkürliche Kieferbewegungen ausführen; narkotisirt man sie aber so tief, dass die willkürlichen Bewegungen aufhören, so hebt das Absinken der Erregbarkeit die Wirkung schwacher Ströme an und für sich auf. Ich habe mir in dieser Beziehung durch Blosslegung der Muskeln und Anbringung von Fühlhebeln die erdenklichste Mühe erfolglos gegeben, hoffe aber der Sache in anderer Art noch auf die Spur zu kommen.

Dass sich das gleiche Räsonnement auf die Verziehung des Mundes und des Ohres nicht anwenden lässt, ist ja klar; denn diese Theile sind gewiss leichter in Bewegung zu setzen als selbst die Zehen einer Vorderpfote. Ausserdem treten noch als eine besondere Schwierigkeit jene inconstant, aber selbst durch schwache Ströme zu erzielenden Bewegungen dazu. Es wäre möglich, dass deren Auftreten einer Reizung von Leitungsbahnen entspräche; welche bei der immerhin variablen Form der Gyri in diesem oder jenem Falle mehr oder weniger oberflächlich gelagert sein könnten. Ich bin aber principiell immer mehr geneigt derartige Verhältnisse auf Varianten der Leitung, als auf Varianten der Organisation zurückzuführen, denn dass die Ersteren existiren, wissen wir, während die Letzteren vorläufig doch rein hypothetischer Natur sind. Wenn zu irgend einem Punkte in der Tiefe einmal ein etwas dickeres Gefäss hinabsteigt, so kann seine Umgebung leicht von dichteren Schleifen getroffen werden, als es in der Regel der Fall ist. Liegt dort ein motorischer

Theil, so wird er ausnahmsweise reagiren. Dies wäre eine Möglichkeit der Erklärung, ich kann aber nicht sagen, dass sie mich bis zum Aufgeben der Sache befriedigte: Mit einem Worte halte ich den Modus und den Ort der Production der Fressbewegungen nicht für hinlänglich aufgeklärt, sondern fernerer Untersuchungen für bedürftig, während die Ohrbewegungen sowie die übrigen ausnahmsweise auftretenden Reizeffecte wohl sicher auf irgend welche zufällige Leitungsanomalien zurückzuführen sind. Wir werden auf diese Fragen in einer der nachstehenden Abhandlungen noch einmal zurückkommen.

Blicken wir auf die in dem letzten Abschnitte besprochenen Untersuchungen zurück, so finden wir, dass dieselben neue Thatsachen zu Tage gefördert haben. Hierher sind die von Ferrier an dem medialen Theile der Convexität erzielten Reizeffecte nicht zu rechnen. Wir hatten bereits vor vier Jahren ausführlich beschrieben, von welchen Punkten aus man isolirte Muskelcontractionen erzielt, und dass die von jenen eingefassten Gebiete auf stärkere Ströme mit weiter und weiter verbreiteten Bewegungen antworten. Ferrier's Untersuchungen haben zu diesen Thatsachen weder etwas hinzugefügt noch etwas davon hinweggenommen.[1])

Indessen hat der englische Autor, soweit es durch einen einzelnen Versuch geschehen kann, unabhängig nachgewiesen, dass von seinem Punkte (19) aus Schliessbewegungen des Unterkiefers und von dem vorderen Theile des Gyrus *g* aus Verziehung der Mundwinkel zu erzielen sind. Ausserdem hat er angegeben, dass der vordere und basale

1) Gegenüber den Angaben Ferrier's rücksichtlich der Augenmuskeln befinde ich mich in derselben Lage, wie ich sie schon bei Besprechung seiner das Hinterbein und die Fressbewegungen betreffenden Notizen geschildert habe. Ferrier konnte zur Zeit der Publication seiner Arbeit meine hierher gehörigen, in der vorstehenden Abhandlung enthaltenen Untersuchungen noch nicht kennen. Seine Angaben sind also als ihm eigenthümliche zu betrachten. Sie befinden sich in zwei Anmerkungen, beziehen sich auf spätere Versuche und besagen, dass bei Reizung unseres Nackenmuskelcentrums doppelseitige Internus-Contraction und bei Reizung meines Augenmuskelcentrums doppelseitige Drehung nach Aussen und Unten eintrat. Ein Theil der letzten Angabe entspricht dem wirklichen Sachverhalte zu einem Theile. Der Rest ist ebenso zu beurtheilen, wie die übrigen Reizeffecte Ferrier's. Vgl. S. 43. 44.

Theil des Gehirns Oeffnung der Schnauze vermittle. Wenngleich die Art seiner auf den letzteren Punkt bezüglichen Notizen so wenig Vertrauen erweckend, als möglich ist, so möchte ich ihm doch auch dieses Verdienst nicht schmälern. Wundt[1]) hat in neuester Zeit rücksichtlich der Kaumuskeln eine ähnliche, ebenfalls unabhängig gewonnene Angabe gemacht.

2. Versuche an Katzen.

Katzen eignen sich zu den fraglichen Versuchen ausserordentlich schlecht. Die Blutung bei Eröffnung der Schädelhöhle ist viel stärker, als sie in der Regel bei Hunden von gleicher Grösse zu sein pflegt. Die Katze hat Emissarien von relativ grösserem Lumen als der Hund. Ausserdem trägt auch die Wuth, in welche diese Thiere durch die Operation versetzt werden, zur Erhaltung der Blutung bei. Aber nicht allein, dass die Thiere stärker bluten, so ertragen sie auch den Blutverlust schlechter als Hunde. Die Erregbarkeit des Gehirns nimmt äusserst schnell ab. Dies ist auch, wenngleich in geringerem Grade dann der Fall, wenn der Blutverlust kein übermässiger war.

Das Gehirn der Katze ist ferner sehr viel kleiner, als das des Hundes und eignet sich schon aus diesem Grunde weniger zu Versuchen, bei denen die Möglichkeit der Isolirung lediglich auf der Grösse des räumlichen Abstandes der Theile von einander beruht. Mindestens wird deshalb die Nothwendigkeit mit der Stromstärke des Zuckungsminimums zu untersuchen und die Elektroden einander möglichst zu nähern, nur um so dringender.

Katzen scheinen durch Morphium schwer narkotisirt zu werden. Den Aether vertragen sie schlechter als Hunde, während sie das Chloroform gut ertragen. Die Vornahme der Operation hat also, wenn man sich des Chloroforms bedienen will, und die Blutung mässig ist, keine besondern Schwierigkeiten, wohl aber die Untersuchung derjenigen Theile, welche den Mund, die Kiefer und die Zunge bewegen. Man muss zu diesem Endzwecke die Schnauze los-

1) Grundzüge der physiologischen Psychologie. Leipzig 1873. S. 168. Anm. 2. Das Buch ging mir während des Druckes zu.

binden und das Thier erwachen lassen. Dann aber beisst die Katze mit solcher Wuth um sich, dass die Fortsetzung der Operation sowohl für Operateur als Assistent gradezu gefährlich wird, jedenfalls, ungetheilte Aufmerksamkeit nicht zulässt.

Unter diesen Umständen und da die Aehnlichkeit in der Formation des Hunde- und Katzengehirns, wie oben angeführt, sehr gross ist, begnügte ich mich damit, die aprioristisch anzunehmende Gleichheit in der Lagerung der Centren, sowie die Begrenzung der erregbaren Zone nothdürftig zu constatiren, indem ich das Detailstudium den später fortgesetzten Versuchen an Hunden vorbehielt. Hierzu waren im Ganzen genommen 7 Versuche erforderlich. Drei von diesen Vivisectionen missglückten, da die Thiere theils an Blutung, theils in Folge der angewendeten Narkotica zu Grunde gingen. Es bleiben also 4 Versuche, deren Resultate mich übrigens innerhalb der erforderlichen Grenzen vollständig überzeugten.

a) Unerregbare Zone.[1])

Die von mir beim Hunde als unerregbar bezeichnete Zone, deren Unerregbarkeit bei der Katze aus aprioristischen Gründen anzunehmen war, fand Ferrier bei diesem Thiere in noch grösserer Ausdehnung erregbar, als dies beim Hunde der Fall gewesen war.

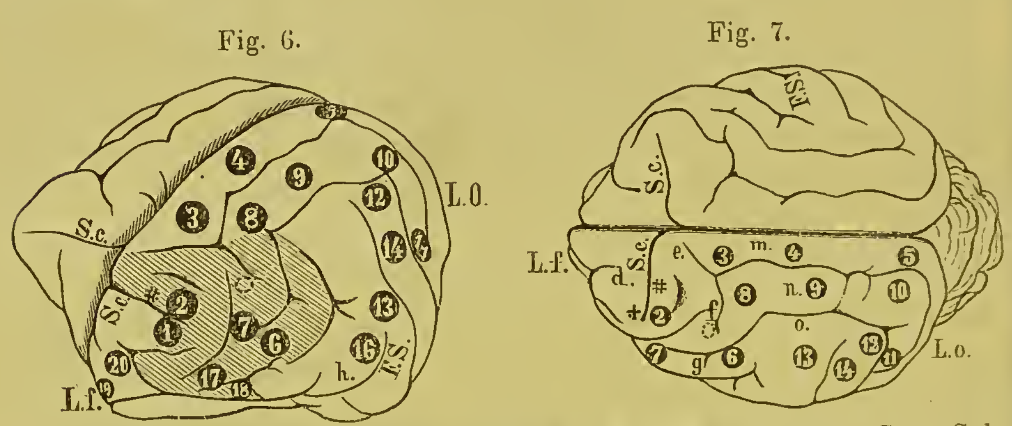
Der Punkt (3) ergab Ferrier bei seinem einem Hundeversuche, wie erinnerlich, Bewegungen des Schwanzes; an der Katze kein Resultat. Punkt (8) unmittelbar hinter dem Centrum für Bewegung und Schutz des Auges ergab ihm Schluss des Auges, Zurückziehen des Ohres, Heraufziehen der linken Backe und Nasenhälfte, sowie Bewegung der Bulbi. Bei einem zweiten Versuche trat nur Schluss des Augs eein. Bei einem dritten Versuche erhielt er ähnliche Reizeffecte wie beim ersten.

Meine eigenen Versuche ergaben Unerregbarkeit dieses, sowie des vorigen Punktes, sobald mit den Stromstärken des Zuckungsminimums oder den nächst höheren Stromstärken gereizt wurde. Bei

1) Die in diesem Abschnitte angeführten Zeichen, Buchstaben und Zahlen beziehen sihc auf Fig. 6 und 7 S. 96. Diejenigen Theile, welche ich für erregbar halte, sind auf Fig. 6 durch die Schraffirung bezeichnet. Nach Ferrier ist bis auf Punkt (3) und (5) die ganze sichtbare Fläche erregbar.

Anwendung sehr starker Ströme traten Reizeffecte ähnlicher Art wie Ferrier sie beschreibt, ein. Dieselben nahmen zu, wenn sich die Elektroden der erregbaren Zone näherten. Ich halte dieselben deswegen für das Product von Stromschleifen.

Der Punkt (4) Ferrier's liegt weiter nach Hinten und würde der Lage nach, Ferrier's Untersuchungen am Hunde folgend, theils dem Centrum für die Schwanzmuskeln entsprechen, theils unerregbar sein. Reizung bei der Katze ergab bei dem einen Versuche Runzeln der Augenbraue und Ohrbewegungen. Wiederholt wurde der Versuch nicht.



L. f. Stirnregion. L. o. Hinterhauptsregion. F. S. Fossa Sylvii. S. c. Sulcus cruciatus. + Reizpunkt für Vorderextremität und Rumpfmuskeln: (2) für vordere, # für hintere Extremität; ◌ für Bewegung und Schutz des Auges. (19), (20) *d* Stirnwindungen. *e-h* Scheitelwindungen. *m-o* Hinterhauptswindungen.

Die Punkte (9), (10), (11), (12), (13), (14) und (16), welche fast den ganzen Hinterlappen, den oberen Theil des Schläfenlappens und den unmittelbar vor der Sylvischen Grube gelegenen Theil des Gyrus *h* einnehmen, ergaben Drehung des Kopfes nach der anderen Seite. Sie liegen in vier verschiedenen Gyris. Punkt (9) und (10) ergaben ausserdem noch Augenbewegungen, Punkt (13) Ohrbewegungen. Punkt (14) Ohr- und Lidbewegungen, Punkt (16) endlich Schluss des Auges und Zurückziehen des Mundwinkels. Punkt (13) und (14) wurden bei dem zweiten Versuche und, wie es scheint, auch bei dem dritten Versuche mit ähnlichem Erfolge gereizt. Die anderen Punkte wurden keiner wiederholten Untersuchung unterworfen.

Bei meinen eigenen Untersuchungen traten auf Reizung mit der Stromstärke des Zuckungsminimums, wie den nächst höher gelegenen Stromstärken niemals Zuckungen irgend welcher Muskeln auf Reizung der genannten Theile ein. In einem Falle ergab sogar die Reizung mit Ausschaltung der Nebenschliessung, sowie 6 Cm. Rollenabstand von sämmtlichen angeführten Punkten aus keine Drehung des Kopfes. Die Gegend des Punktes (4) und ihre Nachbarregionen antwortete allerdings bei 100 Wendung mit Facialis-, insbesondere Ohrbewegungen. Wurde mit der gleichen Stromstärke am lateralen Hirnrande gereizt, so zuckte regelmässig der zurückpräparirte M.temporalis. Wurde aber am vorderen Rande gereizt, so zuckte der Facialis der gleichen Seite, sobald zwischen dem Hirn und seinen Bedeckungen sich eine Brücke Flüssigkeit befand. Dies beweist, wenn es überhaupt eines Beweises bedürfte, wie gross der Verbreitungsbezirk so starker Ströme ist. Wurde die Flüssigkeit weggetupft, so hörten alle Zuckungen auf. Ich kann deswegen, und da Ströme von erlaubter Intensität ohne jeden sichtbaren Erfolg blieben, die sämmtlichen eben angeführten Reizeffecte nur als Producte von Stromschleifen auffassen, welche zu tiefer gelegenen Theilen vordrangen. Eine Ausnahme macht nur der Punkt (16) von dem aus ich auf verhältnissmässig niedrige Stromstärken (20 Wendung) Zusammenklappen der Kiefer gleichzeitig mit Contractionen fast der ganzen Muskulatur jedoch nur bei einem Versuche erhielt.[1]) Bei einem zweiten Versuche ergab Reizung derselben Stelle nichts. Die Protocolle der anderen beiden Versuche enthalten über diesen Punkt keine Angaben. Da beim Hunde die Partie unerregbar ist, der eine von meinen beiden Versuchen mir mit grosser Sicherheit dasselbe Resultat ergeben hatte, da endlich der Mantel an dieser Stelle eine nur dünne Decke über dem Stammlappen bildet, so halte ich gleichwohl jene Stelle für unerregbar und betrachte die fraglichen Reizeffecte um so mehr als Producte einer durch Zufälle bedingten Fortleitung von Stromschleifen, als sie wie oben angeführt, fast die gesammte Muskulatur betrafen.[2])

1) Ferrier sah von dort aus Drehung des Kopfes, Schluss des Auges und Verziehung des Mundwinkels, also ebenfalls complicirte und ausserdem andere Bewegungen. 2) Vgl. hierzu das auf S. 89 ff. Ausgeführte.

Punkt (15) am basalen Theile des Schläfenlappens gelegen, in einer beim Hunde nach Ferrier unerregbaren Stelle ergab ihm in zwei Versuchen Schliessung der Kiefer (Spiralen auf 4 Cm. genähert, da 8 Rollenabstand ohne Erfolg blieb!). Bei dem dritten Versuche wird dieser Punkt nicht erwähnt. (S. unten S. 100)

Bei meinen eigenen Versuchen trat nie eine Zuckung in irgend einem Muskel ein, wenn sich nicht eine Verbindung zwischen den Elektroden und der Cerebrospinalflüssigkeit nachweisen liess. Dann freilich kam es zu allerlei Bewegungen, deren Aufzählung einen Werth nicht beanspruchen kann.

Unerregbar fand Ferrier abgesehen von Punkt (3) nur den hintersten Theil des Gyrus *m*. Der ganze Rest der äusseren Mantelfläche steht also nach ihm in Beziehung zur Muskelbewegung. Nach meiner Ueberzeugung entspricht die erregbare Zone des Katzengehirns sehr genau der des Hundehirns, und ist übrigens durch die, bei der Katze viel constantere Formen zeigende Furchenbildung noch besser begrenzt. Die Furche 11 gabelt sich bei der Katze vorn so, dass die beiden Zinken dieser Gabel die hintere und mediale Grenze der erregbaren Zone abgeben. Die hintere und laterale Grenze wird sehr genau durch die Furche 8′ gebildet, welche bei der Katze regelmässig, wie beim Hunde ausnahmsweise, ohne in Continuität mit dem occipitalen Theile derselben Furche zu treten, sich lateralwärts halbmondförmig nach Vorn krümmt.

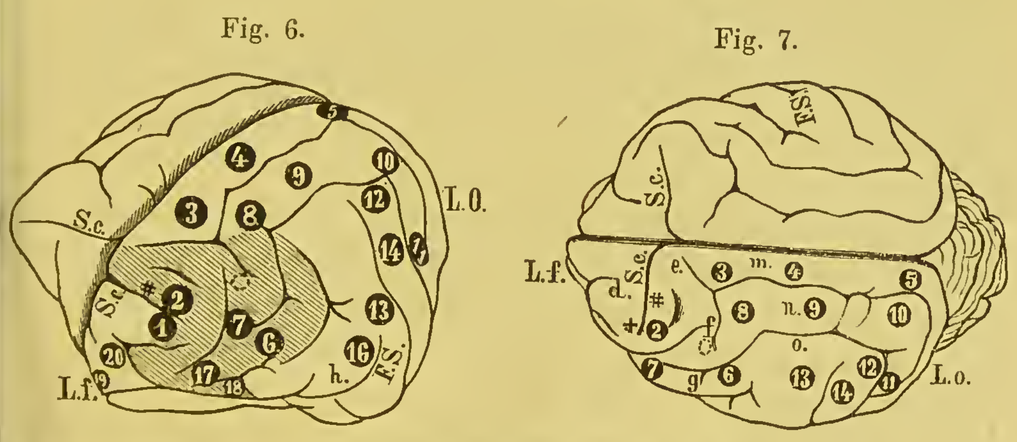
Die Erregbarkeit des medialen Theiles des Gyrus *d* hat Ferrier nicht ausdrücklich behauptet. Auch ich fand denselben unerregbar. Die Basis des Stirnlappens gab bei Ferrier auf Reizung mit 6 Cm. Rollenabstand Zurückwerfen des Kopfes, bei noch stärkerer Reizung Bewegungen des Hinterbeines und Schwanzwedeln — Bewegungen, die sich, wie schon am Hunde nachgewiesen, so zweifellos als Reflexbewegungen manifestiren, dass ich kaum nöthig habe anzuführen, dass die Erregung des Vorderlappens mir ebenso wie beim Hunde ein negatives Resultat ergab.

Das Resumé dieses Abschnittes fällt dahin aus, dass sämmtliche Angaben Ferrier's nur für unzulässige Methoden, und auch dann nur ausnahmsweise dem Sachverhalte entsprechen.

b) Erregbare Zone.

Die Resultate meiner eigenen Versuche stimmen hier im Groben mit denen Ferrier's überein. Nur hat Ferrier auch an der Katze das Centrum für das Hinterbein nicht isolirt, der Reizpunkt für Bewegung und Schutz des Auges liegt weder an der Stelle (7) noch bei (8) wie Ferrier angiebt, sondern genau zwischen beiden Punkten, seine Reizeffecte sind immer, grade wie beim Hunde, aus der Wirkung mehrerer Muskelgruppen zusammengesetzt; endlich zählt er bei Reizung verschiedener Punkte analoge Effecte auf. Dies ist leicht verständlich, wenn man die von ihm angewendete Stromintensität berücksichtigt. Anstatt der hier gebotenen grösseren Vorsicht hat Ferrier im Gegentheil noch stärkere Ströme als beim Hunde benutzt. Wir finden mit Vorliebe den Rollenabstand 4, 5 und 6 Cm. bei dem ersten und zweiten Versuche notirt; bei dem dritten Versuche fehlen Angaben über die Rollenabstände.

Fig. 6. Fig. 7.



L. f. Stirnregion. L. o. Hinterhauptsregion. F. S. Fossa Sylvii. S. c. Sulcus cruciatus. + Reizpunkt für Vorderextremität und Rumpfmuskeln; (2) für vordere, # für hintere Extremität; ○ für Bewegung und Schutz des Auges. (19), (20) *d* Stirnwindungen. *e-h* Scheitelwindungen. *m-o* Hinterhauptswindungen.

Ich hebe wieder ausdrücklich hervor, dass Ferrier bei allen drei Versuchen neu anführt, dass durch Reizung basalwärts und vorwärts gelegener Theile Oeffnung des Kiefers und Bewegungen der Zunge eintraten. Allerdings sind diese Angaben auch wieder nicht

hinlänglich kritisch geprüft, noch sind die fraglichen Stellen ganz genau localisirt. Die drei Punkte (17), (18) und (20) sollen nach den Versuchsprotocollen in Beziehung zu jenen Functionen stehen. Der letztere Punkt wird bei dem Rückblicke aber nicht erwähnt, auch ist ein Irrthum auf der Zeichnung vorhanden, so dass von demselben um so mehr abgesehen werden kann, als er mit den Mund- und Zungenbewegungen nichts zu thun hat. Die Punkte (17) und (18) sind hingegen die einzigen von Ferrier gelegentlich dieser Arbeit einigermaassen genügend untersuchten, und ich möchte dies um so mehr anerkennend erwähnen, als dadurch in der That eine der Wirklichkeit entsprechende Thatsache neu aufgedeckt worden ist. Ich verzichte deshalb auch willig auf die Einwürfe, welche gegen mancherlei Nebenbedingungen zu erheben wären. Denn ich wünsche selbst den Schein zu vermeiden, als ob die zahlreichen Einwände, die ich gegen Ferrier's Methode der Untersuchung und der Darstellung erheben muss, mich gegen eine wirkliche Förderung des Wissens ungerecht gemacht hätten.

Bei meinen eigenen Untersuchungen, soweit sie reichen, fand ich Verhältnisse, die denen am Hundehirn ähnlich sind. Indessen würde ich auf diese Versuche, wenn sie nicht ein Correlat an den Hundeversuchen hätten, überhaupt nichts geben. Einmal machen die Thiere in ihrer Wuth so viele willkürliche Kieferbewegungen, dass die Aufsuchung des Zuckungsminimums besondere Schwierigkeiten findet.[1]) Dann aber hat man dazu gar nicht lange Zeit. Denn wenn man den Bulbus exstirpirt und das Hirn freigelegt hat, vermindert sich die Erregbarkeit des Hirns ziemlich schnell, und dann ist es, wie mehrfach auseinandergesetzt, mit aller Isolirung vorbei. Ueberhaupt ist diese bei der Kleinheit der Theile sehr bedenklich. Ich erinnere an das, was ich oben (S. 97) über die Reizung des Punktes (16) gesagt habe.

---

1) Ferrier führt als Reizeffect des Punktes (15) hinter der Sylvischen Grube abwechselnde Schliessung und Oeffnung der Kiefer und abwechselndes Herausstecken und Zurückziehen der Zunge an. Diese Bewegungen werden von den gequälten Thieren minutenlang gemacht, ohne dass überhaupt irgendwo gereizt wird. Es ist ganz unbegreiflich, wie so charakteristische Aeusserungen der Verzweiflung verkannt werden konnten.

Die Stelle von der aus ich sehr charakteristisches Aufsperren der Kiefer, Retraction der Mundwinkel und Zungenbewegungen produciren konnte, entspricht der Lage nach ziemlich genau dem Punkt (17) Ferrier's und dem ebenso antwortenden Centrum des Hundes. Ich habe den Eindruck gewonnen als ob auch hier stärkere Ströme, als an den übrigen Centren erforderlich wären, möchte aber Angesichts der vorhandenen Schwierigkeiten und meines geringen Versuchsmateriales mir ein Urtheil nicht erlauben.

Gesichts- und Augenbewegungen erzielte ich von ◌ aus, einem Punkte, welcher zwischen den Ferrier'schen Centren (7) und (8) liegt, und dem gleichnamigen Centrum des Hundehirns der Lage nach ganz genau entspricht. Die beiden angeführten Reizpunkte Ferrier's waren bei der Stromstärke des Zuckungsminimums unerregbar; auf etwas stärkere Ströme reagirten sie in der gedachten und von ihm erwähnten Weise.

Die Pfoten liessen sich von dem mit ┼, (2) und # bezeichneten Stellen aus in mannichfacher Art in Bewegung setzen. Diese Punkte entsprechen der Lage nach den äquivalenten Regionen des Hundehirns; das Gleiche gilt von den auf den Abbildungen nicht reproducirten Centren I und △.

Die Untersuchungen des letzten Abschnittes lehren uns zunächst, dass in functioneller Beziehung die grösste Uebereinstimmung zwischen den gleichgelagerten Regionen des Hunde- und Katzengehirns existirt. Auf die Stromstärke des Zuckungsminimums reagirt jeder einzelne Punkt mit denselben wohl abgegrenzten Muskelcontractionen. Solche Differenzen wie Ferrier sie in seinen Versuchsprotocollen, keineswegs aber bei seinen Schlüssen anführt, existiren in der Wirklichkeit nicht. Seine Angaben sind hier ebenso ungenau, wie an den bereits besprochenen Stellen seiner Arbeit.

Hingegen hat Ferrier auch an der Katze durch Elektrisirung des Vorderhirns Fressbewegungen hervorgerufen, und es ist sein Verdienst diesen Befund zuerst publicirt zu haben.

3. Versuche an Meerschweinchen.

Der Schädel des Meerschweinchens ist im Verhältniss zur Grösse des Thieres dick und hart; die Dura liegt ihm sehr dicht an und

ist zart; die Menge der Cerebrospinalflüssigkeit ist gering. Unter diesen Umständen bedarf es grosser Sorgfalt und Uebung, wenn bei Eröffnung der Schädelkapsel Verletzungen der Hirnrinde vermieden werden sollen. Die Möglichkeit, dass die mit dem Durchkneifen des Knochens nothwendig verknüpften Erschütterungen, sowie etwaiger Druck der Knochenzange Innervationsstörungen hervorbringen können, ist bei der grossen Vulnerabilität des Thieres nicht auszuschliessen. Aus den angeführten Gründen ist auf nervöse Reiz- und Lähmungserscheinungen, welche in Folge der Freilegung der Hirnoberfläche auftreten, nur bedingungsweise etwas zu geben.

Ferrier[1]) führt einen (1!) Versuch an einem Meerschweinchen an, dem in der Chloroform-Narkose die linke Schädelhälfte freigelegt war. Dieses Thier krümmte sich nach dem Erwachen so nach rechts, dass die rechte Seite des Kopfes den Schwanz berührte. Ferrier schloss aus diesem einen Versuche: „dass die durch die Freilegung der Hemisphäre hervorgebrachte vitale Reizung auf die Muskeln der entgegengesetzten Körperhälfte durch das Corp. striat. hindurchwirkend tetanischen Krampf und Pleurothotonus hervorgebracht hätte.“

Ich brauche nicht zu sagen, dass ein solcher Versuch überhaupt nichts beweist, am wenigsten aber dann, wenn das Versuchsobject ein Meerschweinchen war. Es wäre aber möglich, dass der Versuch zufällig fehlerfrei gewesen wäre, und dann war der Nachweis der Erregbarkeit des Hirns durch den Luftreiz so wichtig, dass die Angabe Ferrier's allerdings eine Prüfung erforderte. Ausserdem hatte ich selbst bereits im Jahre 1870 einige Beobachtungen gemacht, welche zu dem Glauben an eine durch Muskelcontractionen in die Erscheinung tretende Wirkung der Luft auf die Hirnrinde hätten verleiten können. Bei einem Versuche gerieth nämlich eine als Index in den Glaskörper gesteckte Nadel in zitternde Bewegungen, nachdem die Pia freigelegt war. Bei einer Anzahl von ferneren Versuchen am Kaninchen trat Nystagmus ein, sobald ich die Schädeldecke des kleinen Gehirns abgetragen hatte. Die erstangeführte Beobachtung liess sich aber nicht reproduciren; auf die letzteren kommen wir an einem anderen Orte zurück.

1) A. a. O. S. 34 f.

Immerhin musste in Rechnung gezogen werden, dass der Luftreiz nicht direct auf die Hirnsubstanz, sondern zunächst auf die, mindestens bei grösseren Thieren ziemlich dicke Pia einwirkt. Bei Meerschweinchen freilich ist die Pia sehr zart, und vielleicht machte dieser Umstande grade dieses Thier trotz seiner vorhin angeführten Eigenschaften zu einem besonders günstigen Versuchsobjecte. Ich stellte deswegen acht Versuche an Meerschweinchen an, denen in der Aether-Narkose die linke Hirnhälfte freigelegt war.

Versuch I. 2 Uhr Beginn der Aether-Narkose. Vor Beginn der Operation, während das Thier schon ziemlich betäubt ist, plötzlich Kratzbewegung mit der rechten Hinterpfote nach der rechten Gesichtshälfte und epileptiformer Anfall. Der Anfall wiederholt sich während der Operation sehr häufig, und zwar bald einmal linksseitig, bald einmal rechtsseitig beginnend. In der absoluten Narkose keine Anfälle. Operation beendigt 2 Uhr 15 Min. Die Rinde zeigt viele oberflächliche Verletzungen.

2 Uhr 15 Min. bis 2 Uhr 20 Min. Thier vollständig erwacht, hat wohlcharakterisirte Anfälle von Opisthotonus, bei denen der Kopf genau in der Mittellinie bleibt.

2 Uhr 25 Min. bis 30 Min. 3 bis 4 kurzdauernde Anfälle von rechtsseitigem Pleurothotonus. Darauf sitzt das Thier mit dem Kopf in der Mittellinie still da und hat alle 2 bis 3 Sek. einen Frostschauder.

Versuch II. 2 Uhr 8 Min. Operation beendigt. Mehrfache Verletzung der Rinde im hinteren und mittleren Theil.

2 Uhr 12 Min. Thier liegt auf dem Bauche, das linke Ohr nach unten, das rechte nach oben. 2 Uhr 15 Min. Anfall von Opisthotonus von 3 Sek. Dauer. Nachher versucht es sich aufzurichten und zu gehen und dreht sich dabei stets nach rechts. Die rechte Vorderpfote wird nämlich nicht mitbewegt, derart, dass sie bei dem ersten Gehversuche unter die linke Pfote geräth. Bei diesen der Manége ähnlichen Bewegungen fällt das Thier vom Tische und bekommt sofort einen 3 Minuten dauernden epileptiformen Anfall, der mit rechtsseitigen Körperbewegungen und Nystagmus beginnt, in Opisthotonus übergeht und mit Emprosthotonus endigt; kein Pleurothotonus. Nachdem das Hirn in der Aether-Narkose noch etwas weiter freigelegt war, neues Manégelaufen unter denselben Erscheinungen, wobei das Thier immer etwas nach rechts hinübersinkt.

2 Uhr 55 Min. Scarificirung der Rinde, Blutung sehr gering; liegt etwa 2 Minuten lang auf der rechten Seite. Sitzt dann in der Mittelstellung. Man kann das rechte Vorderbein in beliebige Stellungen bringen, ohne dass es zurückgezogen wird. Die übrigen drei Extremitäten werden zurückgezogen.

Versuch III. 1 Uhr 19 Min. Operation beendigt. Das Gehirn nicht verletzt, jedoch mit dem Schwamm ein grosses Stück Pia an dem medialen und vorderen Theile oberflächlich abgestreift.

1 Uhr 20 Min. Thier noch nicht ganz zu sich gekommen, dreht sich plötzlich nach rechts, unmittelbar darauf ein mehrere Minuten dauernder Anfall von tonischen Opisthotonus-Bewegungen, darauf ein Anfall von klonischem Trismus, alsdann einige Emprosthotonus-Bewegungen, endlich klonische Krämpfe in den verschiedensten Muskelgruppirungen, unter anderen auch (1 Uhr 27 Min.) ein Anfall, während dessen das Thier eine halbe Minute lang mit der linken Seite der Schnauze die linke Hinterbacke berührt.

1 Uhr 30 Min. bis 1 Uhr 45 Min. Frostschauder; Manègebewegungen nach rechts; der Körper etwas nach rechts geneigt; das rechte Kniegelenk höher als das linke; das rechte Hinterbein mehr abducirt, das rechte Vorderbein geräth wie bei Versuch II unter das linke. Wenn das Thier still sitzt, bildet Kopf und Rumpf eine grade Linie; wird es zum Gehen gereizt, so wendet es sich nach rechts. Reaction auf passive Bewegungen nicht notirt.

Versuch IV. 3 Uhr 25 Min. Operation beendigt; Pia an einer ganz kleinen Stelle ganz vorn verletzt.

3 Uhr 29 Min. Thier noch nicht ganz erwacht, dreht das linke Ohr nach unten.

3 Uhr 33 Min. Thier noch nicht ganz erwacht dreht den Kopf einmal kurz nach hinten.

3 Uhr 35 Min. Frostschauder, sich später in kurzen Pausen wiederholend.

3 Uhr 42 Min. Dreht den Kopf schraubenförmig so nach links, dass der Scheitel auf den Tisch kommt.

3 Uhr 45 Min. Hat sich nun soweit herumgedreht, dass es auf den Rücken fällt, während die rechte Seite der Schnauze einen Augenblick die rechte Hinterbacke berührt. Dann sitzt es grade, nur die linke Seite des Kopfes etwas herabhängend.

6 Uhr. Das Thier hat bisher ganz still den Kopf in der Mittellinie haltend gesessen. An der verletzten Stelle ein stecknadelkopfgrosses und vier punktförmige Extravasate.

Versuch V. 1 Uhr 15 Min. Operation beendigt. Minimale Verletzung der Pia im vorderen Viertel.

1 Uhr 16 Min. Thier bereits erwacht, dreht sich plötzlich so nach rechts herüber, dass die rechte Kopfhälfte den rechten Oberschenkel berührt, lässt sich leicht in die Mittelstellung zurückbringen, dreht aber losgelassen den Kopf sofort wieder nach rechts. Die bogenförmige Krümmung des Körpers wird dadurch hervorgebracht, dass das rechte Vorderbein sofort unter das linke geräth, und die beiden hinteren Extremitäten nicht mit bewegt werden.

1 Uhr 20 Min. Thier verharrt in der Mittellage, Frostschauder. Rechte Vorderextremität kann in beliebige Stellungen gebracht werden. Dasselbe Verhalten an der hinteren Extremität undeutlich.

1 Uhr 25 Min. Abstreifen der Pia mit dem Schwamm.

1 Uhr 45 Min. Mehrere epileptiforme Anfälle.

Versuch VI. Während des Hautschnitts dreht sich das Thier so nach rechts, dass der Scheitel den Tisch berührt. Gleich darauf Kratzbewegung und epileptiformer Anfall.

2 Uhr. Operation beendigt. Keine Verletzung des Hirns. Muskelbewusstsein in der rechten Vorderextremität im höchsten Grade, in der rechten Hinterextremität undeutlich gestört, hat eine Neigung nach rechts hinüber zu sinken. Frostschauder. Lässt sich auf beide Seiten legen, ohne sich aufzurichten; sitzt im Uebrigen still da, den Kopf in der Mittellinie.

2 Uhr 20 Min. Abwischen der Pia unter Geschrei, nachher Manégebewegungen nach rechts in der mehr beschriebenen Weise.

Versuch VII. 1 Uhr 45 Min. Operation beendigt. Keine Verletzung der Pia. Störung des Muskelbewusstseins in beiden rechten Extremitäten schnell undeutlich werdend, aber nachweisbar.

Keine abnormen Bewegungen oder Körperstellungen.

2 Uhr 5 Min. Muskelbewusstsein wieder vorhanden; Abwischen der Pia: Muskelbewusstsein gänzlich verloren.

Versuch VIII. Chloroform-Narkose. Nachdem die linke Schädelhälfte freigelegt war, aber vor ihrer Verletzung, wurde das Thier losgebunden und abgewartet, bis es erwacht war. Sobald es anfing zu erwachen, drehte es den Kopf so nach links, dass der Scheitel auf den Tisch kam, darauf suchte es nach rechts zu entweichen, wobei die Hinterbeine wie in früheren Versuchen regungslos blieben, das rechte Vorderbein aber nichts Abnormes zeigte. Neue Narkose, Eröffnung der Schädelhöhle mit Schonung der Dura. Entfernung der Dura ohne Verletzung der Pia. Das zu sich gekommene Thier sitzt eine Zeit lang in der Mittelstellung still, alsdann wendet es den Kopf nach links und sucht nach links zu entweichen, was wegen der Immobilität der Hinterbeine zu einer bogenförmigen Krümmung nach links führt, ohne dass das linke Vorderbein unter das rechte geriethe; sitzt dann lange in der Mittelstellung. Keine deutliche Störung des Muskelbewusstseins, doch ist die rechte Vorderpfote etwas mehr supinirt, mehr mit der Planta aufgesetzt, auch die Zehen mehr gespreizt. Eine halbe Stunde nach Eröffnung der Schädelhöhle die mehrfach erwähnten Schüttelfröste. Eine halbe Stunde später Abwischen der Pia des Vorderhirns mit dem Schwamm. Sofort äusserste Störung des Muskelbewusstseins der rechten Vorderpfote.

Bei den acht soeben referirten Versuchen bilden allerdings Krämpfe den am meisten in's Auge fallenden Theil der Erscheinungen. Fragen wir indessen, ob dieselben auf eine Reizung der Hirnrinde durch die Luft bezogen werden dürfen, so muss die Antwort entschieden verneinend ausfallen.

Vor Allem muss der Umstand, dass mehrere der Versuchsthiere allgemeine oder mehr localisirte Krampfanfälle bekamen, bevor der

Schädel oder selbst die Haut verletzt war, zur grössten Vorsicht in der Deutung mahnen. Unter solchen Umständen gewinnen sonst tadellose Versuche mit negativem Resultat doppelt an Gewicht. Wir sahen, dass mehrere Versuchsthiere entweder überhaupt keine Erscheinungen von abnorm starker Innervation zeigten oder dass diese lediglich in gewissen Bewegungsstörungen bestanden, welche auch ohne Eröffnung der Schädelhöhle auftraten (Rotation des Kopfes), oder dass eine Art von Manége-Bewegung eintrat, über deren Mechanismus wir noch zu reden haben werden.

Wenn nun auch ohne Weiteres einleuchtet, dass bei einer Anzahl der Versuchsthiere Krampferscheinungen unabhängig von der Freilegung des Gehirns eintraten, so muss doch auf der anderen Seite zugestanden werden, dass durch die Operation Krämpfe und andere Anomalieen der Muskelinnervation hervorgebracht wurden. Was zunächst die Krämpfe angeht, so sehen wir aber, dass dieselben keineswegs immer oder besonders häufig in rechtsseitigem Pleurothotonus bestanden, obwohl eine bogenförmige Krümmung als Resultat von Gehversuchen in der Regel beobachtet wurde. Wir sehen im Gegentheil, dass allgemeine langdauernde, epileptiforme Krämpfe, Opisthotonus, Emprosthotonus, partielle Krämpfe abwechseln, eigentlicher Pleurothotonus hingegen, d. h. eine krampfhafte bogenförmige Drehung, in welche das Thier nach passiver Aenderung seiner Stellung zurückschnellt, nicht vorkommt. Wir sehen ferner, dass alle diese krampfhaften Erscheinungen überhaupt ausbleiben können oder dort, wo sie nicht als unabhängig von der Operation betrachtet werden mussten, mit mehr weniger erheblichen Quetschungen des Gehirns durch die Zange verknüpft waren.

Wenn wir nun dazu berücksichtigen, dass wie Westphal gezeigt hat, ein einfacher Schlag auf den Kopf genügt, um Meerschweinchen epileptisch zu machen, dass in anderen Fällen Sturz von dem Tische, vielleicht auch die Respiration der Narkotica zur Erzeugung epileptiformer Anfälle bei diesem Thiere ausreicht, so dürfen wir auf Grund der angeführten Thatsachen mit Bestimmtheit annehmen, dass die nach Entblössung der Hirnfläche eintretenden Krämpfe, insoweit es überhaupt Krämpfe sind, mit der Entblössung nicht das Mindeste zu thun haben, sondern theils das Resultat von Nebenverletzungen,

theils accidenteller Natur sind. Als solche Nebenverletzungen sind zu betrachten Druck und selbst oberflächliche Zertrümmerung des Gehirns durch die Zange, dann aber besonders auch Zerrungen an der Dura, wenn dieselbe von der Zange mitgefasst wurde. Diese Zerrung kann ja natürlich auf sehr entfernt gelegene Hirntheile wirken, und wird es nach Lage der Sache wahrscheinlicher Weise auch gethan haben.

Das andere bei diesen Versuchen hauptsächlich in's Auge fallende Symptom war die von den Thieren in der Richtung nach rechts ausgeführte Manège-Bewegung, welche nicht selten mit einer bogenförmigen Krümmung endigte, so dass die rechte Seite der Schnauze die rechte Hinterbacke berührte. Diese Stellung des Thieres ist eigentlich das Wesentliche des von Ferrier Beobachteten und von ihm irrthümlich als Pleurothotonus gedeutet. Es geht aus den voranstehenden Versuchen mit aller wünschenswerthen Sicherheit hervor, dass diese Erscheinung überhaupt kein Reizungs-, sondern ein Lähmungssymptom, und übrigens unabhängig von der Entblössung der Pia, aber abhängig von deren Verletzung oder von der Quetschung der Hirnsubstanz ist. Denn die Thiere, welche die gedachte Stellung einnehmen, setzen der Reduction des Körpers in die Mittelstellung entweder keinen oder nur geringen Widerstand entgegen und sie verharren kürzere oder längere Zeit, sogar stundenlang in dieser ihnen natürlichen Haltung. Reizt man sie aber zu Gehbewegungen, dann drehen sie sich wieder nach rechts. Diese sämmtlichen Manège-Bewegungen erklären sich aus den einzelnen Momenten der Vivisectionen in der einfachsten Weise. Die Thiere haben in Folge der ihnen zugefügten Hirnquetschung oder in Folge des Abstreifens der Pia das Muskelbewusstsein ihrer rechten Vorderextremität verloren. Man kann dieselbe in beliebige Stellungen bringen, ohne dass das Meerschweinchen sich dagegen wehrt oder nach Entfernung der Hand diese Stellung ändert. Dabei ist die Sensibilität intact und willkürliche Bewegungen können ausgeführt werden, wie sich sofort zeigt, wenn man das Thier z. B. auf den Rücken legt. Will es aber gehen, so tritt in Folge des von links her einwirkenden Reizes der Operationswunde zunächst überhaupt eine Tendenz zur Bewegung nach rechts ein, gelegentlich

entweicht ein Thier aber auch einmal nach links. Bei derselben geräth nun wegen der mangelhaften Innervation der rechten Vorderextremität dieses Glied unter die gleichnamige linke Extremität. Dies geschieht manchmal so stark, dass das rechte Beinchen auf der Aussenseite des linken ganz und gar hervorsieht.

Nach der früher von Schiff gelegentlich seiner Versuche über Durchschneidung des Hirnschenkels aufgestellten Erklärung würde nun dieses Verhältniss zu der einfachen Manége-Bewegung führen. Indessen kommt es hierzu keineswegs immer, sondern viel häufiger zu der beschriebenen bogenförmigen Krümmung wegen der eigenthümlichen Immobilität, in der die Hinterbeine verharren. Auch dieses Symptom ist wie aus den angeführten Versuchen, insbesondere auch aus dem letzten derselben erhellt, als lediglich accidenteller Natur aufzufassen. Denn in diesen wie auch in früheren Fällen war die Motilität der Hinterbeine gestört, ehe überhaupt etwas mit dem Schädel des Thieres geschehen war. Die fragliche Motilitätsstörung dürfte also wohl einfach als Effect der Umschnürung der Beine und ihrer Zerrung aufzufassen sein.

Wir kommen also zu dem Endresultate, dass die Annahme Ferrier's, nach welcher der auf die Hemisphäre (die Pia) wirkende Luftreiz die Muskeln der entgegengesetzten Seite zur Contraction anrege, irrig sei; dass die von ihm in seinem einzigen Versuche beobachtete bogenförmige Drehung des Körpers nicht als eine Reizungs-, sondern als eine Lähmungserscheinung aufzufassen ist; endlich, dass durch grobe Verletzungen des Gehirns allerdings Krämpfe hervorgebracht werden können, ohne dass diese jedoch immer oder vorwiegend einen halbseitigen Charakter hätten, oder sich überhaupt auf das Grosshirn localisiren liessen.

C. Die Schlüsse Ferrier's.

Ehe wir zu der Beleuchtung der von Ferrier gezogenen Schlussfolgerungen übergehen, müssen wir noch einen Augenblick bei der Art verweilen, wie er ganz systematisch die Reizeffecte der einzelnen

Versuche zusammenstellt, um sie nachher für seine Schlüsse zu benutzen. Charakteristisch für die von ihm hierbei benutzte Strenge der Kritik ist das Eingangs angeführte Beispiel, welches von dem Nachweise symmetrischer Anordnung im Hundehirne handelt. Traten einmal Reizeffecte auf, welche ein anderes Mal ausgeblieben waren (wenn unser Forscher nämlich überhaupt eine Wiederholung für nöthig hielt) so heisst es „the present results are more definite," das Thier war bei dem ersten Versuche zu aufgeregt oder zu erschöpft. Damit ist dann die Sache zum ferneren Schlusse reif, die Annahme genügt, der Beweis durch neue Versuche würde zu weit führen.

Auf derselben Gleichgültigkeit gegen die sichere Begründung durch Thatsachen beruht es, wenn Ferrier einen auch bei ihm stets reactionslosen Punkt unter Beifügung des Wortes „wahrscheinlich" mit einer bestimmten Function ausstattet, so dass die ganze Frage plötzlich eine andere Färbung erhält.

Nachdem in der beschriebenen Weise die einzelnen Bezirke fast der ganzen Oberfläche des Grosshirns der verschiedenen Thiere mit bestimmten Functionen ausgestattet sind, werden die einzelnen Thiere mit Bezug auf diese Bezirke unter einander verglichen. Hierzu dient ein für alle Mal die Formel: „Vergleiche Punkt *a*, *b*, *c* bei der Katze mit Punkt *d*, *e*, *f* etc. beim Hunde." Wenn man nun dieser Aufforderung folgt, so findet man, dass die Vergleichung mit Rücksicht auf die anatomische Lage häufig ganz unmöglich ist. Es ereignet sich sogar, dass Punkte vor der Sylvischen Grube, mit einem Solchen hinter dieser wichtigsten Grenzmarke ohne jede Bemerkung zusammengeworfen werden, und damit scheint für den, jener Aufzählung nicht Punkt für Punkt folgenden Leser freilich alles in der vollkommensten Harmonie. —

Auf Grund der so gewonnenen Daten entsteht nun folgender Schluss. „Schlagende und mit den Gewohnheiten der Thiere correspondirende Unterschiede finden sich in der Differencirung der Centren. So sind die Centren für den Schwanz beim Hunde, die Vorderpfote bei der Katze, für Lippen und Mund beim Kaninchen höchlichst differencirt und ausgesprochen."[1]) Diese Differencirung soll nun in

---

1) A. a. O. S. 94 und anderwärts.

grösserer Ausdehnung und Zahl der Flächen bestehen, welche gleichartige Bewegungen vermitteln. So muss der Schwanz, mit dem er viel wedelt, beim Hunde, die Vorderpfote, mit der sie Ball schlägt, bei der Katze, die Fresswerkzeuge, welche es mehr als andere Thiere gebraucht, beim Kaninchen im Gehirn besonders entwickelte Centralapparate besitzen. Wie es scheint, ist nicht nur von Ferrier, sondern auch von anderer Seite auf diesen Schluss besondere Wichtigkeit gelegt worden. Ich will dennoch dem Leser mit Allem, was sich gegen denselben anführen liesse, nicht lästig fallen und nur zwei Momente hervorheben. Das eine besteht darin, dass ein solcher Schluss nur dann begründet sein könnte, wenn es gelänge die Reizeffecte der Leitungsbahnen auszuschliessen oder als solche zu erkennen. An deren Existenz scheint Ferrier aber gar nicht gedacht zu haben, und seine Versuche sind zur Erreichung dieses Zweckes grade am Wenigsten geeignet.

Der andere Punkt ist, dass Ferrier ganz willkürliche und nicht einmal äusserlich gerechtfertigte Schlüsse aus jenen Reizeffecten gezogen hat. Ich will mich auch hier auf andere Details nicht einlassen und bemerke nur, dass wenn ich einmal einen solchen Schluss ziehen wollte, ich auf Grund der Angaben Ferrier's das Verdrehen des Kopfes als hauptsächlichste Gewohnheit der Katze, und die Mimik als vorwiegende Eigenschaft des Hundes betrachten würde. —

Seine Versuche über symmetrische Anordnung der Centren führt Ferrier an, um damit einen Boden für eine nicht ganz neue Theorie der Aphasie zu gewinnen. Auch hier ist die Voraussetzung von der er ausgeht, irrthümlich. Es hat Niemand bezweifelt, dass die motorischen Centren im Gehirn bilateral-symmetrisch angeordnet seien, Niemand hat wegen des eigenthümlichen Zusammentreffens der Aphasie mit linksseitiger Rindenerkrankung angenommen, dass etwa in der dritten Stirnwindung der rechten Seite irgend welche motorische Organe ihren Sitz hätten, welche linkerseits fehlten und von Magazinen für Wortbilder ersetzt seien. Nimmermehr kann durch den bereits von uns geführten Nachweis symmetrischer Anordnung der motorischen Centren etwas direct für Symmetrie sämmtlicher Organe in functioneller Beziehung Sprechendes abgeleitet werden. Wahrscheinlich ist die durchgreifendste Symmetrie allerdings aus tausend

anderen Gründen von jeher gewesen, aber gewisser scheint sie mir durch die fraglichen Untersuchungsmethoden überhaupt nicht werden zu können.

Die nach häufigerer Reizung der gleichen Hirnstellen entstehenden Nachbewegungen setzt Ferrier unbedenklich in eine Linie mit der Chorea, und erklärt diese für derselben Natur, wie die Epilepsie, weil sich aus den Nachbewegungen epileptiforme Anfälle herausbilden können. Er übersieht nur, dass diese choreaähnlichen Nachbewegungen ohne jeden willkürlichen Bewegungsimpuls und durchaus nicht unter der Form abnormer Mitbewegungen eintreten. Ueberhaupt lassen sich ja die fraglichen Thatsachen nicht ohne Weiteres vergleichen. Wohin sollte es führen, wenn jede oberflächliche Aehnlichkeit das Recht zu so weittragenden Schlüssen gäbe!

Kurz Ferrier hat diese Versuche, welche mit einem Schlage die Geheimnisse aller einzelnen Hirnprovinzen entschleiern sollten, dazu benutzt, noch neben jenen Folgerungen für die Physiologie die weitgehendsten Schlüsse auf viele Gebiete der Nervenpathologie zu ziehen. Wir waren damals von dem entgegengesetzten Principe ausgegangen, von der Ueberzeugung, dass die Schlüsse sich leicht finden, wenn nur die Thatsachen wohl unterstützt sind. Der Leser wird zu entscheiden haben, durch welches Verfahren die Sache mehr gefördert wird. Die Resultate seiner bisherigen Untersuchungen werden wohl kaum an vielen Stellen den Wunsch wachrufen, dass Ferrier's Ingenium noch einmal unserem mangelhaften Verständnisse zu Hilfe komme.

Ferrier hat, um es mit einem Worte zu recapituliren nach einer allen Einwürfen ausgesetzten Methode und in ganz oberflächlicher Weise constatirt, dass durch starke elektrische Ströme von den vorderen und basalen Hirnpartieen des Hundes und der Katze aus Fressbewegungen hervorzubringen sind. Darin besteht sein Verdienst. Auf der anderen Seite hat er nicht einmal die von uns angegebenen Reizpunkte mit Sicherheit wiedergefunden; er hat eine Menge von Angaben gemacht, welche inconstante oder auf fehlerhafte Methoden zurückzuführende Reizeffecte betreffen; er hat endlich sein Werk

ohne Namennennung mit Entdeckungen geschmückt, die nicht ihm, sondern uns angehörten.

Bevor und während ich diese controlirenden Versuche unternahm, habe ich mich oft genug gefragt, ob es sich der Mühe und des unvermeidlichen Odiums lohne, so viel Arbeit auf die Widerlegung von Untersuchungen zu verwenden, welche gänzlich ohne die nothwendige physikalische Vorbildung, ohne Selbstkritik, ohne Berücksichtigung fremder, nicht angefochtener Angaben angestellt wurden; welche jede Einzelne den Charakter einer vorläufigen Mittheilung über einen, bereits anderweitig ausführlich bearbeiteten Gegenstand trägt. Ich war von jeher der Ansicht, dass die productive Thätigkeit der rein kritischen, zumal der polemischen unendlich vorzuziehen sei, und habe nach dieser Ansicht gehandelt. Grade in dieser Zeit aber war mein Interesse durch die Verfolgung eigener Ideen anderweitig auf das Möglichste gefesselt.

Unter diesen Umständen war mir die vorliegende Arbeit ein grosses Opfer; ein Opfer zu dem mich nur die Wichtigkeit der angeregten Fragen und der Antheil, welchen ich an ihrer ersten Entstehung habe, veranlassen konnte. Dennoch hätte ich die Discussion gern Anderen überlassen, wenn nicht die einer besseren Sache würdige Geschicklichkeit, mit der die Entdeckungen Ferrier's auf alle Weise in Scene gesetzt wurden, zur Eile mahnte.

Wenige Wochen nach dem Auftreten dieses Forscher's begannen seine Irrthümer bereits in den Werken anderer Autoren eine Rolle zu spielen. Wissenschaftliche und politische Zeitungen verkündeten den Beginn einer neuen Aera für die Nervenpathologie. Kaum der Name von Sir Charles Bell schien glänzend genug, um neben dem Ferrier's genannt zu werden. So erhielten diese Publicationen eine bedenkliche Wichtigkeit. Aber schlimmer als dies, die Gefahr liegt aller Analogie nach zu nahe, dass seine Untersuchungen einfach als Maassstab für die Unsrigen benutzt werden. Spricht doch die englische Literatur sogar überall von wesentlichen Verbesserungen, die Ferrier der Methode gegeben habe. Damit würde aber wegen jener offenkundigen Fehler Alles von uns müh-

sam und, wie ich denke, zur Förderung der Sache Erreichte vor der Hand gänzlich in Frage gestellt und der Polemik das weiteste Feld eröffnet sein.

Ich hoffe, dass diese Arbeit noch zeitig genug erscheint um dem einen Damm zu setzen. Jedenfalls muss ich erklären, dass wenn ich auch einmal zur detaillirten Widerlegung von Behauptungen geschritten bin, die sich schon durch die angewendete Methode richten, dass ich mich dieser Mühe ein zweites Mal nicht unterziehen werde. —

Die Herren Drr. Ullrich, derzeit Assistent an der psychiatrischen Klinik in Erlangen, und Veit jun. in Berlin verpflichteten mich durch ihre bei diesen Versuchen geleistete Hülfe zu grossem Danke.

IV.

Ueber einen interessanten Abscess der Hirnrinde.[1])

Durch die vorstehenden Abhandlungen ist nachgewiesen worden, dass die normale Entstehung der Muskelbewegungen gewisser Centra der Grosshirnrinde bedarf. Ihre Reizung mit elektrischen Strömen setzt bestimmte Bezirke der willkürlichen Muskulatur in Bewegung, ihre Zerstörung bringt eine Beeinträchtigung der willkürlichen Bewegung in denselben Bezirken hervor.

Wir haben bisher die directe Uebertragung der am Hundegehirn gewonnenen Resultate auf bestimmte Localitäten des menschlichen Gehirns vermieden. Denn hierfür fehlte es an der Vorbedingung, an der Feststellung derjenigen Hirntheile des Menschen, welche den von uns bezeichneten Hirntheilen des Hundes gleichwerthig sind. Diese Aufgabe bleibt noch zu lösen.

Drei Wege giebt es, auf denen die Lösung möglich erscheint: Die histologische Untersuchung, die vergleichend anatomische Betrachtung und die klinische Beobachtung.

Man hatte bereits früher diese drei Methoden zur Feststellung der physiologischen Dignität der einzelnen Hirnbezirke angewandt. Indessen war man zu endgültigen Resultaten bisher kaum oder nur in beschränkten Grenzen gelangt, obwohl namentlich die moderne Histologie manche bisher für unbesiegbar gehaltene Schwierigkeiten überwunden hat.

Der klinischen Forschung und den aus der Autopsie zu ziehenden Schlüssen stellten sich gleichfalls mannigfache Hindernisse ent-

1) Diese Abhandlung wurde zuerst gedruckt in dem Archive für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. Bd. III. H. 2.

gegen. Nicht das Geringste bestand wohl darin, dass der Kliniker in diesem Gebiete von dem Physiologen im Stiche gelassen wurde. Bis in die letzten Jahre hatte man, wie von uns gezeigt worden ist, über die speciellere Function der Grosshirnrinde so unsichere und theilweise irrige Ansichten, dass die nächsten physiologischen Anhaltspunkte für die Verwerthung des am Krankenbette und am Leichentische Gefundenen ausfielen Wir dürfen hoffen zur Beseitigung dieses Uebelstandes beigetragen zu haben.

Ein anderer Uebelstand wird aber bestehen bleiben. Es ist der, dass man selbstverständlich auf circumscripte Läsionen des Grosshirns zu fahnden hat, während das menschliche Leben selbst sehr ausgedehnte erträgt. Um so reichlicher und sorgfältiger muss das klinische Material gehäuft werden. Man kann hoffen, dass es so durch Vergleichung vieler analoger Fälle gelingen wird, das Unwesentliche unter den Symptomen zu erkennen und auszuscheiden.

Von diesem Gesichtspunkte aus habe ich mich während des Krieges gegen Frankreich bemüht, so viele Kopfverletzungen als möglich zu Gesichte zu bekommen. Auf Anregung Frerichs' hatte mir die Militärverwaltung in Nancy gestattet, alle die Stadt passirenden Soldaten mit Kopfwunden auf meiner Station aufzunehmen. Dies liess sich aber nur in der Art ausführen, dass ich mir aus den Eisenbahnzügen die verbundenen Köpfe heraussuchte. Man kann sich denken, dass ich so niemals Mangel an Parotiten, cariösen Zähnen u. dgl. hatte. Ein Fall, den ich nachstehend mittheile, belohnte mich indessen für meine Bemühungen. Er ist wirklich geeignet Licht auf die gestellte Frage zu werfen. Aber selbst dieser Fall muss von dem eben erwähnten Gesichtspunkte aus beurtheilt werden. Dann jedoch scheint er mir allerdings wichtige vorläufige Anhaltspunkte zu geben, und die Aufmerksamkeit des Klinikers auf einen nun schon mehr umschriebenen Rindenbezirk zu lenken.

Der 20 Jahre alte Soldat im 30. französischen Linien-Infanterie-Regiment Joseph Masseau wurde am 14. Dezember 1870 in das Lazareth der Tabaksmanufactur zu Nancy aufgenommen. Er hatte am 10. bei Orleans einen Streifschuss an der rechten Seite des Kopfes erhalten.

19. XII. 70. Ganz oberflächliche Hautabschürfung an der rechten Seite des Kopfes durch Flintenschuss. Verband mit Carbolwasser (1 : 100).

10. I. 71. Die Wunde beginnt namentlich an der Peripherie, weniger

nach der Tiefe zu sich zu vergrössern, die ganze Wundfläche hat ein schmutzig graues Ansehen. Sehr geringe Secretion. Kein übler Geruch. Carbolöl (1 : 7). An demselben Tage erkrankte ich.

15. I. Als ich den Verwundeten wiedersah. Die Wunde hat sich erheblich vergrössert, bildet eine kreisrunde Höhle von etwa 4 Cm. Durchmesser, stark gewulsteten, infiltrirten, unterminirten, rothen Rändern, schmutzig grauem Grunde, nur geringes Secret absondernd. Wird isolirt und mit Liquor ferri sesquichlor. behandelt. Hierdurch gelang es dem Fortschreiten des Processes Einhalt zu thun, nachdem die Wunde eine Länge von 7 Cm. und eine Breite von 6 Cm. erhalten hatte.

3. II. Der untere Wundwinkel, der durch Spaltung einer unterminirten Stelle entstanden war, befindet sich nunmehr 5 Cm. oberhalb der Mündung des rechten Meatus auditor. extern., die obere Circumferenz 11 Cm. über demselben. Innerhalb dieser Grenzen sind die Ränder noch etwas unterminirt und der Knochen zunächst in der Mitte der Wunde in nierenförmiger Gestalt auf die Länge von 3 Cm. und die Breite von 1½ Cm., dann auch in dem hinteren Wundwinkel, zungenförmig mit der erstgenannten Stelle zusammenhängend, blosgelegt. Da übrigens eine reichliche, gute Granulationsbildung in der Wunde begonnen und auch der Knochen sich bereits zu bedecken angefangen hat, das Allgemeinbefinden auch ganz ungetrübt ist, wird Patient auf seinen früheren Platz zurück verlegt.

4. II. Die Wunde hat wieder ein etwas schlafferes Aussehen, am vorderen Rande weisslicher Belag. Betupfen desselben mit Liquor ferri.

Nachdem Patient bereits am Morgen etwas über Kopfschmerzen an der rechten Seite des Kopfes geklagt hatte, um 10 Uhr Vormittags plötzlich ein Anfall von klonischen Krämpfen ohne Verlust des Bewusstseins, hauptsächlich im Gebiete des linken Facialis. Die Muskeln um Mund und Nase namentlich, dann auch Orbicul. palpebr. contrahiren sich mit äusserster Heftigkeit im Anfange des Anfalls in Pausen von etwa 1 Secunde. Die Pausen wurden im Verlaufe des Anfalles, während derselbe an Heftigkeit noch zunahm, kleiner, so dass die Krämpfe ein tetanisches Aussehen bekamen, doch konnte man immer noch die einzelnen Zuckungen unterscheiden. An dem Anfalle betheiligten sich ferner die übrigen dem Facialis angehörigen Muskeln, wenn auch in geringerem Grade; die Muskeln der Zunge in hohem Grade, Respirationsmuskeln, da während des Anfalles ein mit den übrigen Zuckungen synchronisches Schluchzen statthatte, und ein vorderer Halsmuskel, wahrscheinlich Sternokleidomastoid. dexter. (Wegen der Menge von Dingen, auf die schnell die Aufmerksamkeit gerichtet werden musste, konnte dies nicht genau constatirt werden). Gleichzeitig grosse Aengstlichkeit, Gesichtsfarbe kreideweiss. Dieser Anfall dauerte im Ganzen 5 Minuten. Unmittelbar nachher bestand eine passagere, aber für den Moment fast complete Lähmung des ganzen linken Facialis und der linken Zungenmuskulatur. Nach wenigen Minuten bereits liess diese Lähmung zunächst im oberen Aste des Facialis, nachher auch in den übrigen nach und zwar derart, dass Patient willkürliche Bewegungen im Anfange nur ausführte, wenn

ihm geheissen wurde die linke Seite allein zu bewegen, während bei gemeinschaftlichen Gesichtsbewegungen diese Seite ruhig blieb. Im Verlaufe einer halben Stunde begannen auch gemeinschaftliche Bewegungen beider Gesichtshälften; jedoch blieb immer noch die linke Gesichtshälfte zurück.

Etwa 10 Minuten nach dem Sistiren des soeben beschriebenen Anfalles traten ganz analoge klonische Zuckungen von geringer Intensität und Dauer, im Ganzen etwa 40—50 in sämmtlichen Beugemuskeln der Finger incl. des Daumens der linken Hand ein, während gleichzeitig der Facialis nur ein leichtes Vibriren zeigte.

Nach dem Anfalle kehrte die normale Gesichtsfarbe fast augenblicklich wieder zurück, während Patient mit stark lallender Zunge versicherte, dass es ohne Zweifel nichts gewesen sei. Die Zunge zeigte noch den ganzen Tag über und zwar beiderseitig, stärker jedoch links klonische Zuckungen geringeren Grades. An den Pupillen keine Veränderung.

Der Puls war während des Anfalles beschleunigt und rechts auffallend viel kleiner als links; namentlich auch war das Arterienrohr rechts weniger gespannt als links. Nach dem Anfalle war grade das Entgegengesetzte der Fall. Die rechte Radialis war nun drahtähnlich hart zu fühlen.

12 Uhr Mittags. Ein dem ersten ganz gleicher Anfall von derselben Dauer, aber vielleicht noch etwas heftiger, mit dem gleichen Schluchzen und denselben Arterienerscheinungen, jedoch ohne Betheiligung der Armmuskeln. — Gegen Abend ist die Parese des linken Facialis fast ganz geschwunden. Temperatur 39,8. Puls 120. Respiration 28.

5. II. Erbrechen, Klage über geringen Appetit, gleichwohl isst er alles durcheinander. Sein ganzer Gedankengang bewegt sich um seinen Appetit und seine angeblich davon abhängige Wiederherstellung. Die Wunde sieht gut aus, nachdem der Aetzschorf sich abgestossen hat.

		Morgens.	Abends.
	Temp.	39,3	39,9
	Puls	120	120
	Resp.	26	27
6. II.			
	Temp.	38,9	39,8
	Puls	100	120
	Resp.	26	27

7. II. Die Wunde etwas trocken; der Gedankenkreis sehr beschränkt; es ist schwer möglich eine präcise Antwort zu erhalten, gleichwohl hat er keine irrthümlichen Vorstellungen über sein Verhältniss zur Aussenwelt. Leichte Parese, besonders des unteren Facialisastes, derart, dass bei gemeinschaftlichen Gesichtsbewegungen die linke Gesichtshälfte fast ganz zurück bleibt. Bei isolirten Bewegungen der Letzteren contrahiren sich die Muskeln etwa mit derselben Energie wie rechts. Das Auge wird gut geschlossen, die Frontalrunzeln sind links hingegen weniger tief.

Gleichzeitig besteht ein leichter Krampf im linken Depressor anguli oris, Orbicul. oris und den linken Nasenmuskeln, der sehr häufig, etwa alle halbe Minute, eintritt und durch den das Gesicht links einen weinerlichen Ausdruck erhält. Die Zunge wird ausserordentlich schief herausgesteckt. Die Spitze weicht nach links ab, kann aber willkürlich fast ganz in die Mitte gebracht werden. Die Uvula steht sehr stark mit der Spitze nach rechts,

Die Sensibilität ist (auch auf der Zunge) gegen leichte Berührungen sowohl als gegen Nadelstiche vollkommen intact.

T. 38,3, P. 100.

3 Uhr Nm. Sehr heftiger Anfall im Gebiet des Facialis, bei dem auch ein sehr heftiger klonischer Krampf des linken Abducens und des rechten Rectus internus vorhanden war. 3½ Uhr neuer Anfall mit Betheiligung des linken Pector. major und der Bauchmuskeln beiderseits. Bald nachher noch ein Anfall, bei dem Folgendes beobachtet wurde.

1) Mit Rücksicht auf den Willen: Der Kranke vermag während des Anfalles normal zu gehen, die rechte Hand zu reichen und mit ihr einen mässig kräftigen Druck auszuüben, während er mit der linken nur sehr beschränkte und unbestimmte Bewegungen vollbringt. Den Mund vermag er willkürlich nicht zu öffnen.

2) Was die Krämpfe betrifft: dieselben erstrecken sich nunmehr mit auf einzelne Muskelbündel des rechten Frontalis, auf den ganzen Sternalkopf des rechten Sternokleido, während der linke ganz frei bleibt; dagegen contrahirt sich das linke Platysma sehr stark, während das rechte ganz frei ist. Ausserdem contrahiren sich beiderseits sämmtliche zwischen Unterkiefer, Kehlkopf und Sternum befindliche Muskeln. Im Arm keine Bewegungen.

3) Was das Sensorium betrifft: Er versteht die Worte, die man an ihn richtet, und behält sie so im Gedächtniss, dass er nachher richtige Auskunft darüber geben kann.

Solche Anfälle treten im Laufe des Nachmittags noch mehrmals ein. In den Pausen stehen die Augen immer in den linken Winkeln und der Kopf durch Contractur des rechten Sternokleido nach links gedreht. Abends T. 39,0. P. 100.

8. II. Anfall von einstündiger Dauer zwischen 6¼ und 7¼ Uhr Morgens. Der Anfall begann mit Zuckungen im Gesicht und Ablenkung der Bulbi wie bei früheren Anfällen, dann traten Krämpfe im linken Arm und der linken Thoraxhälfte ein, endlich auf der Höhe des Anfalles, während die Zuckungen im linken Arm ausserordentlich stark waren, auch im rechten Arm. Das Bewusstsein war wiederum nicht verloren. T. 39,6. P. 110. Abends T. 40,5. P. 120.

9. II. T. 39,3. P. 110. Abends schnarchende Respiration, Stupor, gegen 9½ Uhr Anfall von halbstündiger Dauer, der aber viel schwächer als der letzte und ohne Betheiligung der rechten Seite verlief. T. 39,6. P. 120.

10. II. Morgens 10 Uhr Sopor, schnarchende Respiration. 11 Uhr Trachealrasseln, Puls klein, häufig, Arterienrohr leer, die Welle rechts viel kleiner als links. Die linke Pupille stark contrahirt, ganz reactionslos, auch die

rechte reagirt nur wenig. Weder jetzt noch früher war der Leib eingezogen. Während der Agone bei jeder der tiefen schnarchenden Inspirationen eine ausgiebige Contraction in Muskeln des unteren Astes des linken Facialis, namentlich im Depressor anguli oris. Puls des Morgens 8 Uhr 120, T. 38,4, Morgens 10 Uhr 41,5. 11 Uhr 41,6. 4 Uhr 5 Min. Nachmittags erfolgte der Tod. T. 41,8. Postmortale Temperatursteigerung 4 Uhr 15 Min., 10 Min. nach dem Tode 42,0. —

Autopsie 11. II. zwanzig Stunden nach dem Tode.

Schädeldach mässig dick, an der äusseren Tafel des Scheitelbeins, entsprechend der Wunde hat sich eine sehr deutliche Demarcationslinie von ohrmuschelförmiger Gestalt gebildet, welche in den grössten Dimensionen 4,4 Cm. Länge (von Oben nach Unten) und 2,5 Cm. Breite (von Hinten nach Vorn) besitzt. Der höchstgelegene Punkt dieser Demarcationslinie ist von der Pfeilnaht 6,5 Cm. entfernt. Zieht man von ihm aus eine grade Linie nach der Pfeilnaht, so liegt der Punkt, wo beide Linien zusammentreffen, 9,3 Cm. von der kleinen Fontanelle nach Vorn. An der inneren Tafel, entsprechend der oben bezeichneten Stelle, war der Knochen mit dickem, anhaftendem gelblichem Eiter bedeckt, nach dessen Abspülung in der Ausdehnung eines Guldens grau, missfarbig, Verlust des normalen Glanzes, Rauhigkeiten, von unregelmässiger Gestalt, etwas über die Fläche erhaben und von grösseren und kleineren Poren durchsetzt zeigend. Derartige rauhe Stellen finden sich noch vielfach in der Umgebung.[1]) An dem oberen Ende der erstbezeichneten Stelle hat sich ein Knochenplättchen von Linsengrösse abgestossen, welches nur noch an seinem oberen Ende locker mit der Tabula vitrea zusammenhängt. Ueber die ganze Schädelhälfte verbreitet ausserordentlich zahlreiche Vascularisationen, die der inneren Fläche ein rothgeflecktes Aussehen geben.

Bei Eröffnung des Schädels entleert sich aus einem Loche der Dura, welches genau jenem Knochenplättchen entspricht, etwa ein halber Esslöffel grün-gelblichen Eiters. Die ganze rechte Hirnhälfte unter der Dura blaugrün, die linke roth. Die ganze Dura der rechten Convexität an der inneren Fläche mit gelbem Eiter bedeckt, ungemein stark verdickt. In der Umgegend des erwähnten aussen scharfrandigen, innen trichterförmigen Loches, das halb bohnengross ist, beträchtliche Auflagerung, die von zahlreichen grösseren und kleineren mit der Pia zusammenhängenden Gefässen durchsetzt ist und ein schwärzliches Aussehen hat. Auch die linke Hälfte der Dura mit zahlreichen, kleineren, neugebildeten Gefässen durchsetzt.

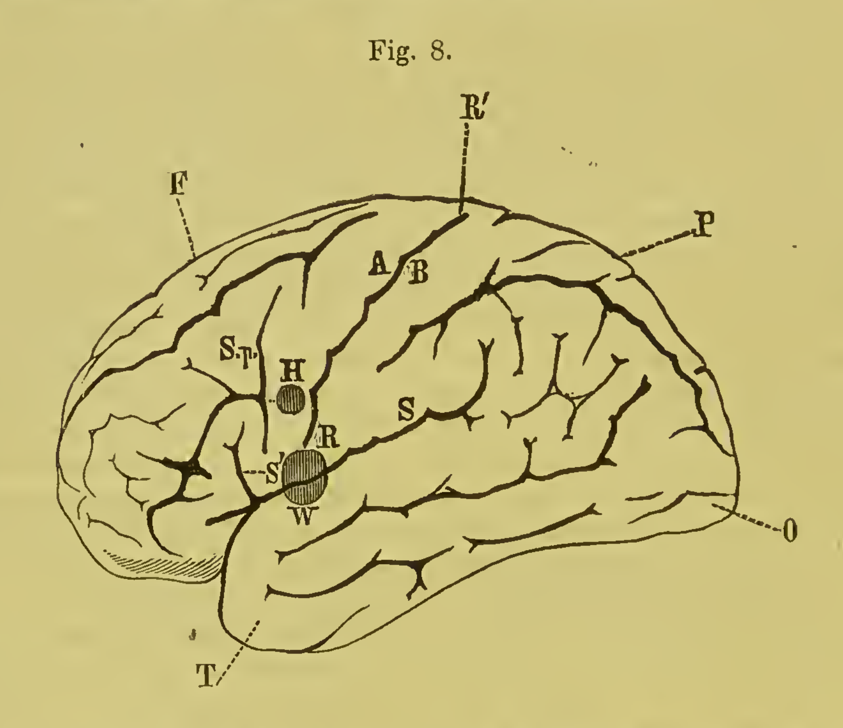
Die Pia der rechten Convexität von Vorn bis Hinten mit dickem Eiter bedeckt, der nur zum Theil unter dem Wasserstrahle sich lösst, die Hirnhaut selbst, mit Ausnahme des hinteren Drittels, in eine dicke Schwarte verwandelt. Ihre Venen überall mit festen nicht anhaftenden Gerinnseln gefüllt, nur in der Umgegend des gleich zu nennenden Abscesses flüssigen, gelben Eiter enthaltend.

---

1) Letztere wurden aber erst nach der Trockung des Knochens sichtbar; dann hoben sie sich durch eine weissere Farbe noch mehr von der Umgebung ab.

Entsprechend dem Substanzverluste der Dura findet sich ein Abscess aus dem sich bei der Eröffnung des Schädels der Eiter zum Theil entleerte. Seine äussere Oeffnung hat $1^1/_2$—2 Cm. im Durchmesser, seine Tiefe beträgt knapp ebensoviel. Sein oberer Rand liegt $6^1/_2$ Cm. von der Mittellinie, sein hinterer Rand $2^1/_3$ Cm. nach Vorn vor dem mittleren Theile der Sylvischen Grube und unmittelbar am vorderen Rande der Rolandischen Furche, der Abscess selbst also zwischen den unteren Ausläufern dieser und dem Sulcus praecentralis von Ecker, an der Uebergangsstelle der vorderen Centralwindung in den Klappdeckel, doch schon im Bereiche des Letzteren.

Fig. 8.



Linke Hemisphäre nach Ecker. F. Lobus frontalis. P. Lobus parietalis. O. Lobus occipitalis. T. Lobus temporalis. S. S.' Fossa Sylvii. R. R.' Sulcus Rolando. S. p. Sulcus praecentralis. A. Vordere. B. hintere Centralwindung. H. Abscess von Hitzig. W. Zertrümmerung von Wernher. (H. ist Behufs leichterer Vergleichung auf die linke Hemisphäre übertragen.)

Die Ventrikel enthalten nur eine ganz geringe Menge seröser Flüssigkeit. Die Substanz des Grosshirns mehr noch rechts als links, am auffälligsten in der Marksubstanz an der Grenze der Rindensubstanz ist mit vielen kleinen Blutpunkten durchsetzt. Ihre Consistenz ist im Allgemeinen die normale, nur in der Umgebung des Abscesses ist die Hirnsubstanz sehr mürbe. Fast an der ganzen rechten Convexität haftet die Pia abnorm der Rindensubstanz an, so dass nach ihrer Entfernung die Letztere ein zernagtes Aussehen erhält.

Die Dura der rechten Basis mit Ausnahme des hinteren Drittels in ähnlichem Zustande, wie die der Convexität.

In dem linken Pleurasack etwa 750 Cc. blutig seröser Flüssigkeit. Die linke Lunge zeigt an der Basis die Zeichen einer hypostatischen Pneumonie, die Spitze emphysematös. Andere Veränderungen von Wichtigkeit fanden sich nicht vor.

Recapituliren wir die wesentlichsten Punkte der vorstehenden Beobachtung. Es war durch einen gangränösen Process ein Theil des rechten Scheitelbeines blosgelegt und der Berührung mit dem Eisenchlorid ausgesetzt worden. Bei der Section fand sich, dass ein Theil der äusseren Tafel an jener Stelle in der Sequestration begriffen war. Dem entsprechend fand man ein Plättchen der inneren Tafel bereits abgestossen, während in der Umgebung ähnliche nekrotisirende Processe den Knochen ergriffen hatten. Ebenso war hier der Hauptheerd der Erkrankung, welche die Hirnhäute und die Hirnsubstanz selbst betraf. Die Häute waren hier der Sitz besonders starker Verdickungen und Auflagerungen, in deren Centrum sich aber eine eitrige Schmelzung ihrer Substanz fand, welche ihrerseits wieder mit einem Abscesse des Gehirns communicirte. Indessen hatten sich die geschilderten Entzündungserscheinungen der Hirnhäute und des Gehirns selbst nicht nur auf die nächste Umgebung, sondern über weite Strecken, endlich auch offenbar auf die andere Seite fortgepflanzt. Dennoch liess sich aus der Summe aller dieser Erscheinungen, namentlich aus ihrer örtlich verschiedenen Intensität und Entwicklungsstufe, mit Sicherheit constatiren, dass der Anfang aller dieser Processe an der Stelle des späteren Abscesses gewesen war. — Auch während des Lebens beobachtete man eine allmählige Ausbreitung in den Symptomen von Reizung der Hirnsubstanz, während die Zeichen der Lähmung von Anfang an einen ziemlich engumschriebenen Muskelbezirk betrafen, bis endlich die Aufhebung der sensorischen Functionen auch der willkürlichen Muskelbewegung im Allgemeinen ein Ende machte.

Es war von Anfang an die Muskulatur des linken Facialis und der Zunge, welche die Aufmerksamkeit erregten und während der ganzen Dauer der Beobachtung wach erhielten. In diesen Muskeln traten die Krampferscheinungen zuerst auf, und in ihnen fehlten sie bei allen späteren Anfällen niemals. Dieselben Muskeln zeigten zu gleicher Zeit, von dem ersten Augenblicke an, als man der cerebralen

Erkrankung gewahr wurde, eine allmählich zunehmende Beeinträchtigung der willkürlichen Innervation. In anderen Muskeln traten Lähmungen überhaupt nicht ein. Allerdings konnte man während der Anfälle eine Störung der willkürlichen Muskelinnervation auch in solchen Provinzen nachweisen, die für den Augenblick nicht der Sitz von Krämpfen waren.[1]) Indessen waren dies Erscheinungen, die mit dem, was wir Lähmung zu nennen gewohnt sind, nichts gemein hatten. Man sah allerdings ein theilweises Abgeschnittsein der normalen Willensimpulse, aber ebenso gut könnte man die unbestimmten Bewegungen, die ein Schlaftrunkener auf Geheiss macht, als die eines Gelähmten bezeichnen. Wenn man die äusserst auffallenden Differenzen in der Füllung der rechten und der linken Radialis in Betracht zieht, wenn man sich gleichzeitig der im Moment der Anfälle auftretenden Entfärbung des Gesichtes erinnert, so dürfte sich wohl eine solche theilweise und vorübergehende Ausserfunctionsetzung grösserer Hirnprovinzen durch plötzliche Circulationsstörungen gerade nach Analogie des Schlafes in ungezwungener Weise erklären. In den zum Theil ja sehr langen Pausen war eine Motilitätsstörung der Extremitäten nicht vorhanden.

Noch einen Punkt, sei es gestattet, in die Erinnerung zurück zu rufen. In der Agone contrahirte sich synchronisch mit jeder der so charakteristischen tiefen Inspirationen ein Theil von den während des Lebens besonders afficirten Muskeln.

Halten wir nun das klinische Bild mit dem anatomischen Befunde zusammen, so weit dies erlaubt scheint, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass man die Innervation derjenigen Muskelbezirke, welche zuerst und am constantesten von Krämpfen betroffen, welche andererseits von Anfang an gelähmt waren, in Verbindung zu setzen hat mit demjenigen Hirntheile, welcher die vorgeschrittensten und ältesten pathologischen Veränderungen, welcher einzig und allein eine Zertrümmerung der Substanz zeigte. Dies wäre in der Peripherie der Innervationsbereich des Facialis und des Hypoglossus, im Centrum die obere und vordere Grenze des Klappdeckels.

1) Siehe die Notizen vom 7. Februar.

Wohl könnte man einwenden, dass bei einer Zertrümmerung der Substanz zwar Lähmungen aber kein Krampf möglich sei. Doch ist dieser Einwand um deswillen hinfällig, weil selbst bei einer gänzlichen Zertrümmerung eines Centrums der Rinde, die dort mündenden Markfasern intact und der Erregung zugänglich bleiben können. Dass aber in der That grade ein Centralgebiet des Facialis ausser Function gesetzt sein musste, das beweisen zum Ueberfluss die agonalen Mitbewegungen im Bereiche jenes Nerven.

Es ist eine bekannte und unbestrittene Thatsache, dass nicht degenerirte Nerven, deren Verbindung mit der Innervation des Gehirns eine Unterbrechung erlitten hat, der Ausbreitung von Reflexen und motorischen Irradiationen in ihrer Bahn ausserordentlich zugängig sind. Ein solcher Fall lag hier vor. Die tiefen Inspirationen Agonisirender werden sicher durch einen heftigen, am letzten Ende auf die Medulla oblongata einwirkenden Reiz hervorgebracht, und seiner Ausbreitung in eine labilere Bahn muss man es zuschreiben, wenn in diesem Falle grade diejenigen Muskeln sich noch einmal bis zum Ende in Bewegung setzten, welche von Anfang an die Hauptrolle gespielt hatten.

Die Berechtigung, die geschilderten Functionsstörungen im Gebiet des Facialis und Hypoglossus auf jene zertrümmerte Rindenpartie zu beziehen, wird noch unterstützt durch das Verhalten des Knochens und der Dura mater. Man konnte sich leicht überzeugen, dass die Erkrankung der Schädelcontenta von der mehrerwähnten Stelle ausgegangen war, und sich von hier aus erst allmählig ausgebreitet hatte.

Ich will nicht versuchen, der Entstehungsart der übrigen beobachteten Krampferscheinungen specieller nachzugehen. Nur eine kurze Bemerkung sei in dieser Beziehung gestattet. Man weiss, dass entwickeltere Entzündungsvorgänge auf den Hirnhäuten in der Regel Krämpfe erzeugen, und man kann in Folge dessen sämmtliche beobachtete Krampferscheinungen auf diese im gegebenen Falle mehr als hinreichend vorhandenen Processe beziehen. Indessen ist noch eine andere Auffassung möglich. Gelegentlich unserer experimentellen Untersuchungen hatten wir nachgewiesen, dass beim Einstechen von Nadeln in die Gehirnsubstanz sich andere Muskeln auf den elektrischen

Reiz in Bewegung setzten, als diejenigen, welche bei der Reizung des entsprechenden Rindengebietes zuckten. Wahrscheinlich hat man dies als eine Reizung von Fasern aufzufassen, welche sich von den vorderen Gebieten der Hemisphäre nach dem Hirnstamme zu begeben.

Man darf also nicht vergessen, dass bei Zerstörung eines Theiles der Rinde, sei es nun durch einen Abscess oder durch eine Neubildung, sehr wohl Leitungsfasern, die jenem Rindentheile im Wesentlichen fremd sind, von dem fremden Körper in den erregten Zustand versetzt werden, und so Zuckungen bedingen können. Ich richte die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt, weniger wegen des vorliegenden Falles, bei dem es auf die Krampferscheinungen insofern nicht so sehr ankommt, da ihm seine Wichtigkeit hauptsächlich durch das correspondirende Vorkommen einer isolirten kaum haselnussgrossen Zerstörung der Rinde und einer circumscripten Lähmung innewohnt. Aber für die Deutung anderer Fälle, bei denen die einzelnen Symptome sich noch schwerer entwirren lassen, ist es doch vielleicht gut, an die erwähnte und in der Wirklichkeit gewiss häufig vorkommende Möglichkeit zu erinnern.

Wegen des Lage-Verhältnisses unseres Abscesses und des von Fritsch und mir gefundenen Centrums für den Facialis verweise ich auf die folgende Abhandlung. Es kann selbstverständlich nicht meine Absicht sein, hiermit die Identität jener beiden Regionen als bestimmt erwiesen zu behaupten. Dazu sind weitere Erfahrungen und bestätigende Untersuchungen auf den beiden Eingangs erwähnten Wegen erforderlich.

Interessant ist der Vergleich der Art der motorischen Störung bei dem Kranken Masseau und denjenigen Hunden, denen wir das Centrum für die rechte Vorderextremität exstirpirt hatten. Der Kranke, Masseau, hatte eine motorische Hemmung im Facialis-Gebiete, welche vollkommen oder fast vollkommen war, sobald er gemeinschaftliche Gesichtsbewegungen ausführen, z. B. lachen sollte. Wurde aber seine Aufmerksamkeit auf das Gebiet des abnorm fungirenden Muskels gerichtet, liess man ihn isolirte Bewegungen des linken Facialis vornehmen, so zeigte sich, dass das Entstehen der erforderlichen Impulse in der That nicht so sehr gehemmt war, als es anfänglich den Anschein hatte. Die Bewegung kam nun immer bis

zu einem gewissen Grade zu Stande. — Wie ausserordentlich verschieden hiervon ist das Verhalten der Muskeln bei Lähmungen, die ihren Sitz z. B. im Corpus striatum haben. Allerdings ist auch bei ihnen selten die ganze Bahn verlegt, sondern der obere Ast fungirt mehr oder weniger gut. Aber dasjenige, was nun einmal gelähmt ist, fungirt in der allerersten Zeit nach der Läsion einfach nicht, sondern erholt sich, wenn es überhaupt dazu kommt, erst nach Ablauf einer mehr weniger geraumen Zeit. Dann aber sieht man nicht das hier geschilderte Verhalten, sondern die Motilität ist auch bei gemeinsamen Gesichtsbewegungen in den gegebenen Grenzen vorhanden.

Als ich dem Grunde für dies Zurückbleiben des linken Facialis nachging, so glaubte ich ihn zuerst darin zu finden, dass der Masseau bei gemeinschaftlichen Impulsen sich keine richtige Vorstellung von dem bilden konnte, was im Gebiete dieses Nerven geschah. In diesem Falle wäre der Vorgang ganz ähnlich gewesen demjenigen, welchen wir bei den operirten Hunden voraussetzen mussten. Indessen sprach doch der Umstand gegen die Annahme einer Beraubung des Bewusstseins jener Muskelzustände, dass grade der bewusste Wille einen sich der Norm mehr nähernden Einfluss auf die Muskeln hatte, während die mehr maschinenmässig vor sich gehende gemeinschaftliche mimische Innervation die grössere Abnormität zeigte.

Demnach ist es wahrscheinlicher, dass der an einem dritten Orte gebildete, für beide Hirnhälften gleichberechnete Willensimpuls wegen der vorhandenen theilweisen Zerstörung rechts schwächer aufgenommen und fortgepflanzt wurde, dass aber doch noch hinlänglich Substanz vorhanden war, um bei Verstärkung des Impulses eine annähernd normale Bewegung auszulösen.

V.

Ueber äquivalente Regionen am Gehirn des Hundes, des Affen und des Menschen.

Wenn die in den vorstehenden Abhandlungen gegebene und vertheidigte genauere Begrenzung des motorischen Gebietes ihre volle Wichtigkeit für die menschliche Pathologie und die vergleichende Physiologie gewinnen soll, so muss vorher die Uebertragung der bezeichneten Grenzen auf die äusseren Flächen des menschlichen Gehirns möglich gemacht sein.

Welches Interesse das Gelingen dieser Aufgabe für sich in Anspruch nehmen dürfte, brauche ich kaum auszuführen. Inmitten der bisher räthselvollen Windungsfelder des Menschengehirns wäre ähnlich wie am Hundehirn ein Gebiet abgegrenzt, das sich durch eine ihm eigenthümliche Function nicht nur von den Nachbargebieten unterscheidet, sondern auch durch dieselbe und vermöge seiner Lagerung zwischen den übrigen Theilen des Mantels für diese wieder, sei es vordere sei es hintere Grenzen zeichnet.

Man kann das gesteckte Ziel wie ich schon Eingangs der vorstehenden Abhandlung andeutete, auf verschiedenen Wegen anstreben. Ich selbst versuchte mir durch vergleichend anatomische Betrachtung ein Urtheil zu bilden, um so mindestens die Discussion herbeizuführen, und mit derselben den Anstoss zu neuen Arbeiten auf diesem Felde zu geben.[1])

---

1) A. a. O. 1873. Cap. 7.

Vor Allem schien eine möglichst genaue und sichere Bestimmung der vorderen Grenzen der erregbaren Zone von Nöthen. Wenn nämlich nur auf Grund der in der ersten Abhandlung von uns gemachten Angaben das Lageverhältniss der als erregbar bezeichneten Mantelmassen zum Schädel ins Auge gefasst wurde, so konnte, wie es geschehen ist, die Ansicht entstehen, dass dieselben dem Stirntheile des Menschen äquivalent seien. Nachdem ich indessen nachgewiesen hatte, dass nicht nur der, mehr durch seine Flächen- als Dickendimensionen ausgezeichnete, vor der Verlängerung der Fossa Sylvii belegene Theil, sondern ausserdem fast ein ganzer, die hintere Grenze dieses Einschnittes bildender Gyrus (*d*) unerregbar seien, gewann der Gegenstand ein anderes Gesicht. Jetzt musste erwogen werden, ob nicht vielmehr dieser, durch das Fehlen der motorischen Reaction charakterisirte Abschnitt dem Stirntheile entspräche.

Eine dahin auslaufende Ansicht hatte von vorne herein Mancherlei für sich. Der in der vorstehenden Abhandlung beschriebene Abscess sass nicht in der Stirn- sondern in der Scheitelregion. Fälle von Wernher und Loeffler, welche im Anschluss an unsere Untersuchungen theils publicirt, theils (durch Th. Simon) reproducirt wurden, und auf die wir unten einzugehen haben, bestätigen die aus der Beobachtung jenes Abscesses geschöpften Ansichten im Allgemeinen, ohne jedoch die Details klarer zu legen.

Die Intelligenz im höheren Sinne ist von Alters her in den Stirnlappen verlegt worden, und stets wurde mit dieser Vorstellung die Idee mächtigerer Entwickelung der Stirn und der unmittelbar von ihr bedeckten Organgruppen verknüpft. Nun nimmt die Massenhaftigkeit des Hundehirns von Vorn nach Hinten zu. An der Grenze des motorischen Abschnittes findet ein plötzlicher Sprung in der Entwickelung statt, so dass man den Eindruck erhält, als ob hier ein Organcomplex für reich ausgestattete Functionen mit einem spärlich Bedachtem zusammenstosse. Vor der vorderen Verlängerung der Sylvischen Grube sind zwar die Flächen gross aber der Querdurchmesser klein. Der dahinter liegende motorische Theil ist bereits beträchtlich, noch stärker der occipitale und temporale Theil entwickelt. Vergleicht man mit diesem Verhalten des Substrates die Lebensäusserungen

desselben — die Seelenthätigkeiten, so scheint sich eine Parallele, wenn auch nur in grossen Zügen, fast von selbst aufzudrängen. Die geringe Entwickelung bei gleichwohl gut zu unterscheidender Anlage des Stirnlappens würde der mangelhaften Ausbildung höherer Seelenthätigkeiten beim Hunde wohl entsprechen; in absteigender Linie hat die viel weniger intelligente und bildungsfähige Katze (Vgl. Figg. 5 und 6) bereits einen beträchtlich reducirten Stirntheil aufzuweisen. Durch die plötzliche, den motorischen Theil betreffende Massenzunahme würde die Menge der dem Hunde zukommenden Muskelleistungen gedeckt werden. Unvergleichlich höher als die Muskelthätigkeiten sind aber die, nach anatomischen Untersuchungen (Meynert) in den hinteren Hirnregionen zu suchenden, sensuellen Fähigkeiten dieses Thieres veranlagt und auszubilden.

Ich sah mich nun nach natürlichen und constanten Grenzlinien auf der Mantelfläche am, und fand im Verhältniss der Furchenbildung zur Function in der That gewisse Anhaltspunkte. Die Fossa Sylvii erlaubt einen Theil der hinteren Abgrenzung der Scheitelregion ohne Weiteres zu erkennen. Die mediale Hälfte dieser Grenze, soweit sie auf der Convexität liegt, ist beim Menschen nur zu einem Theile durch die dem Hunde fehlende Fissura parieto occipit. scharf bestimmt. Beim Hunde lässt sich hingegen eine Trennung bald mehr bald weniger deutlich durch die ganze Mantelfläche verfolgen, wenn man eine Linie zieht von der Knickungsstelle der sylvischen Windung durch die Knickungen der um jene concentrisch gelagerten Windungen nach einer der obersten Knickung gegenüberliegenden und sich an der inneren Fläche des Randwulstes vorfindenden Einkerbung. An Stelle eines Theils dieser Knickungen findet man nicht selten Furchenbildung, wie ich in Fig. 1 rechte Hemisphäre gezeichnet habe. Durch die angeführten, tiefgreifenden Einschnitte und durch die an oder mindestens dicht vor ihnen aufhörende motorische Reaction entsteht nun eine natürliche anotomische und physiologische Abgrenzung, welche durch den Umstand an Bedeutsamkeit gewinnt, dass andere natürliche Grenzlinien in den mehr rückwärts gelegenen Partieen nicht existiren. Der eine Theil dieser Grenzmarke, insoweit er der sylvischen Grube angehört, kann aber aller Analogie nach, nur auf den Scheitellappen bezogen werden, so dass nun die grösste

Wahrscheinlichkeit erwächst, dass auch die medialen Einschnitte das hintere Ende dieser Region bezeichnen.

Die vordere Grenze nahm ich a. a. O. an der vorderen Verlängerung der sylvischen Grube an und sprach die Vermuthung aus, dass der Sulcus cruciatus (Leuret) Figg. 4 und 5 S. 79 mit der Furche Rolando's zu identificiren sei. Die nähere Begründung dieser Ansicht kann dort eingesehen werden. Inzwischen hat sich durch gleich zu erwähnende Untersuchungen in der unzweideutigsten Weise herausgestellt, dass diese letztere Annahme — Identificirung des Sulcus cruciatus mit der Furche Rolando's — irrig ist, während meine Annahme, dass die erregbare Zone und ihr bis zu der erst erwähnten Grenze reichendes Nachbargebiet der menschlichen Scheitelregion entspricht, durch die gleichen Untersuchungen bis zu, an Gewissheit grenzender Wahrscheinlichkeit erhoben wird.

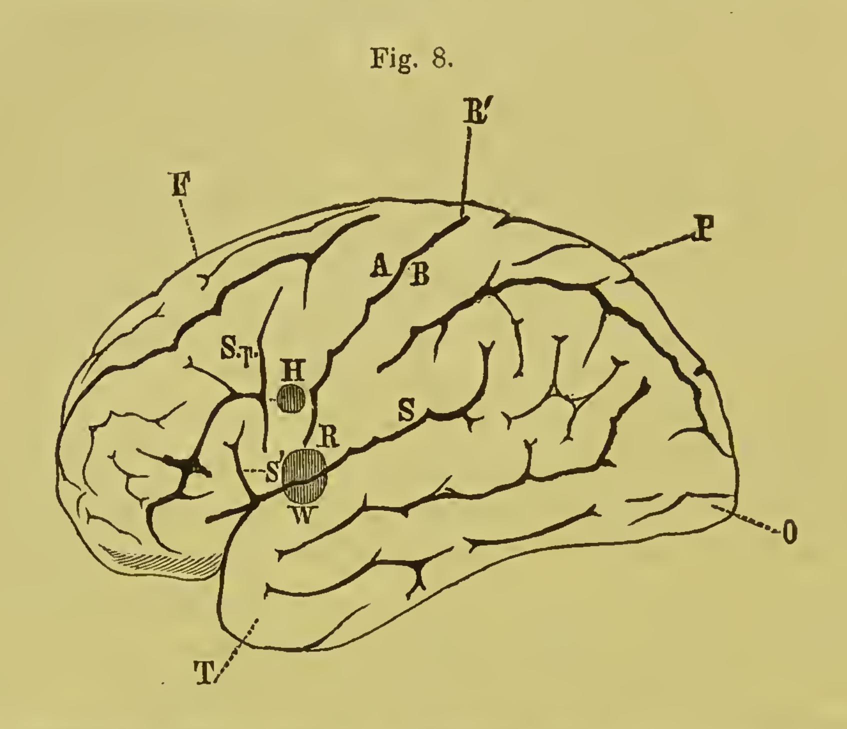
Aus der Vergleichung der Figg. 9 und 8 S. 130 und 131 wird deutlich, eine wie grosse Aehnlichkeit zwischen den Gehirnen selbst niederer Affen und dem des Menschen besteht. Während am Hirn des Hundes, der Katze und nahestehender Typen nur die Sylvische Grube mit Sicherheit zu identificiren ist, kann beim Affen die Rolandische Furche und der Sulcus praecentralis, um die es sich hauptsächlich handelt, ohne Weiteres erkannt werden. So war es von grösstem Interesse Affengehirne auf die Lage der Muskelcentren untersuchen zu können.

Indessen ist es in Berlin ausserordentlich schwierig und kostspielig, sich lebende Affen zu verschaffen. Auf der anderen Seite ist der Sprung in der Gehirnformation, welcher zwischen den übrigen Thieren und den Affen statthat, scheinbar so gross, dass die Vergleichung todter Gehirne, wie ich sie bereits vor längerer Zeit unternahm, zu allseitig überzeugenden Resultaten nicht führen kann. Endlich ist es mir, nachdem ich bereits fast alle Hoffnung aufgegeben hatte, durch die Güte des Herrn Director Bodinus gelungen, aus den Beständen des hiesigen zoologischen Gartens ein noch kräftiges Exemplar von Innuus Rhesus für diesen Zweck zu erhalten. —

Bevor ich aber auf die Resultate dieser in Gegenwart mehrerer Professoren und Aerzte ausgeführten Vivisection näher eingehe, will ich erwähnen, dass auch Ferrier am Affen experimentirt hat. Die

Resultate dieser Versuche sind mir zum Theil aus einem in der Times enthaltenen Referate zugänglich geworden. Allerdings lässt sich aus demselben nicht viel ersehen; nur scheint es, dass Ferrier wieder einen viel grösseren Theil der Rinde als erregbar anspricht und die Centren überhaupt mehrfach anders localisirt als ich. —

Fig. 8.

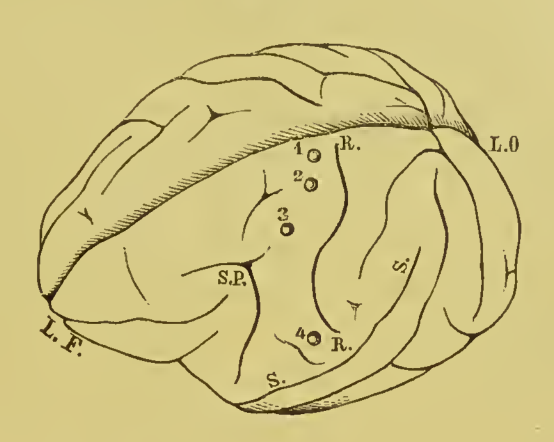


Linke Hemisphäre nach Ecker. F. Lobus frontalis. P. Lobus parietalis. O. Lobus occipitalis. T. Lobus temporalis. S. S.' Fossa Sylvii. R. R.' Sulcus Rolando. S. p. Sulcus praecentralis. A. Vordere, B. hintere Centralwindung. H. Abscess von Hitzig. W. Zertrümmerung von Wernher. (H. ist Behufs leichterer Vergleichung auf die linke Hemisphäre übertragen.)

Die Operation — Eröffnung der linken Schädelhälfte — wurde in der Aether-Narkose und fast ohne jeden Blutverlust ausgeführt. Als der Affe wieder zu sich gekommen war, lag er so still, dass die elektrische Reizung mit viel grösserer Leichtigkeit als gewöhnlich an Hunden vorgenommen werden konnte. Da ich nicht die Hoffnung hegen durfte, sobald wieder in den Besitz eines Affen zu kommen, so sollte mir dieses Thier in erster Linie zur Beantwortung der Frage dienen, an welchen Theilen seines Gehirnes sich diejenigen Punkte befänden, deren Reizung mit „schwachen

Strömen" beim Hunde durch Bewegungen beantwortet wird. Die Untersuchung der übrigen Rindentheile wurde erst in zweiter Linie in Aussicht genommen.

Fig. 9.



Das erhaltene Resultat war im höchsten Grade merkwürdig. Um es mit einem Worte zu sagen; Die sämmtlichen Centren fanden sich in der vorderen Centralwindung wieder, und zwar derart, dass sie deren Fläche von der grossen Horizontalspalte an bis hinab zur Sylvischen Grube einnahmen. Unmittelbar neben der Mittellinie, nur etwa 3 Mm. von derselben entfernt (1 Fig. 9), fand sich das Centrum für die hintere Extremität. Wieder 3 Mm. lateralwärts (2 Fig. 9) lag das Centrum für die vordere Extremität. Fast 7 Mm. lateralwärts (3 Fig. 9) wurde ein Theil der mit dem Gesichtsnerven zusammenhängenden Gebilde, endlich dicht an der Fossa Sylvii, 6 Mm. medianwärts von deren Rande und 12 Mm. von dem vorigen Punkte entfernt (4 Fig. 9) diejenigen Stellen gefunden, welche zu den Mund-, Zungen- und Kieferbewegungen in Beziehung stehen. —

Besonders interessant war die künstliche Innervation der Muskeln der oberen Extremität, namentlich bei Reizung mit Inductionsströmen. Man konnte dadurch, dass man die Elektroden abwechselnd auf die verschiedenen Nachbargebiete des bezeichneten Punktes applicirte, eine grössere Zahl von entschieden coordinirten und zweckmässigen Bewegungen hervorrufen, die den willkürlichen Bewegungen des

Thieres ganz ausserordentlich ähnlich sahen. Eine etwas mehr nach Vorn gelegene Stelle reagirte mit Pronation des Armes, wenige Millimeter hinter derselben und etwas lateralwärts zwischen 2 und der Rolandischen Furche ergab die Reizung Extension des Carpus und Spreizung der Finger. Dicht daneben brachte man Greifbewegungen oder Zusammenlegen der Spitzen des Daumens und der beiden ersten Finger hervor.

Das mehr lateralwärts gelegene Centrum 3 antwortete mit Retraction des Ohres und Schluss des Auges. Ging man nun noch mehr lateralwärts, so gesellten sich zu den Ohrbewegungen noch Contractionen der Masseteren, endlich Lippenbewegungen, und an der Stelle unmittelbar über der Fossa Sylvii auf den Inductionsstrom intensives Aufsperren des Mundes. Etwas höher als dieser Centralpunkt, jedoch noch mit ihm zusammenhängend, trat Retraction der Mundwinkel und in einer ebenfalls sehr benachbarten, aber nicht genau bestimmten Gegend traten Bewegungen der Zunge, sowie der übrigen zwischen Kiefer, Zungenbein und Sternum belegenen Motoren ein. Die um den Punkt 4 gruppirten Bewegungen waren sämmtlich doppelseitig. Dicht bei dem Centrum für die vordere Extremität bekam man auch eine Rotation des Kopfes von rechts nach links, während ein leichtes Heben des Kopfes von einer etwas lateral- und rückwärts von dem Centrum für den oberen Theil des Facialis gelegenen Stelle ausgelöst wurde. —

Das Zuckungsminimum lag im Allgemeinen an diesen Stellen sehr niedrig; im obern Theil des Facialis traten die Bewegungen schon bei 10 S. E. W. stark, in den Masseteren spurweise auf. Die Armbewegungen erforderten etwas stärkere Ströme bis zu 30 S. E. W. Das Zuckungsminimum bei Reizung mit dem Inductionsstrome lag für Orbicularis palpebrar.- und Ohrbewegungen schon bei 120 Rollenabstand, die Extremitäten reagirten deutlich auf 110, die Oeffnung der Kiefer erfolgte hingegen erst bei 100 R. A.

Es wurde leider versäumt zu untersuchen, ob von dem Centrum für den Orbicularis palpebrarum aus auch Augenbewegungen hervorzubringen wären. Indessen ist dies nach Analogie der am Hunde und der Katze von mir erzielten Resultate wohl mit Sicherheit vorauszusetzen.

Die eigentliche Parietal-Region, sowie auch der Stirnlappen wurden nur oberflächlich untersucht, nachdem mit Sicherheit constatirt worden war, dass dieselben schwache Ströme mit Zuckungen nicht beantworteten. Vor dem Sulcus praecentralis ergab z. B. Ausschaltung der Nebenschliessung oder 80 R. A. Drehung des Kopfes von links nach rechts und intensive doppelseitige Contraction des Frontalis, während Reizung mit 100 S. E. W. unbeantwortet blieb. Etwas leichter, jedoch auch nur auf verhältnissmässig starke Ströme reagirte die hinter der Rolandischen Furche gelegene Partie des Scheitellappens, am leichtesten noch der obere Theil der hinteren Centralwindung. Mehr nach hinten zu hörten auch bei starken Strömen alle Zuckungen auf. Ueberall, wo man überhaupt Zuckungen bekam, betheiligte sich übrigens auf Anwendung stärkerer Ströme das Ohr. Ausserdem gewannen die Zuckungen auf so starke Ströme immer einen mehr weniger allgemeinen Charakter, und es gelang nicht, so geartete Bewegungen wie in der vordern Centralwindung auf ganz kleine Stellen zu localisiren.

Ich stehe unter diesen Umständen nicht an, die vordere Centralwindung als die eigentlich motorische Partie der Hirnrinde des Affen, oder vielmehr als denjenigen Theil zu bezeichnen, welcher in sehr oberflächlicher Lage Zusammenfassungen fast sämmtlicher Körpermuskeln enthält. —

Die Contractionen der Ohrmuskeln, des M. frontalis und anderer mehr weniger grosser Gruppen von Muskeln, die nur durch stärkere Ströme, dann aber von ausgedehnten Flächen aus hervorzurufen waren, betrachte ich als Producte von Stromschleifen nach tiefer liegenden Theilen. Aehnlichen Reizeffecten sind wir bei Besprechung der Versuche Ferrier's in Menge begegnet. Ich erinnere z. B. an die bei Reizung des ganzen Hinterhirns der Katze entstehende Drehung des Kopfes und die ein ähnliches Verhalten zeigenden Augenbewegungen. Auf S. 19 und 20 haben wir schon dargelegt, wie gerade die strenge Localisation der Zuckungen ein Beweis für die oberflächliche Lage unserer Centren ist. Consequenterweise wird das entgegengesetzte Verhalten den Schluss auf Stromschleifen nach tiefer liegenden Theilen bedingen.

Wesentliche Differenzen gegenüber den anderweiten Reizeffecten, aber eine auffällige Uebereinstimmung mit den gleichnamigen Bewegungen beim Hunde und der Katze zeigten die Fressbewegungen. Sie traten nicht nur grossentheils doppelseitig auf, sondern sie erforderten auch wiederum stärkere Ströme. Indessen muss doch hervorgehoben werden, dass die Masseteren sich hier schon auf den Reiz ganz schwacher Ströme bewegten. Andererseits erfordert die Kieferöffnung neben Ueberwindung eines beträchtlichen Widerstandes das zweckmässige Zusammenwirken einer grösseren Zahl von Muskeln. Hierin könnten Momente zur Erklärung jener Verschiedenheiten gefunden werden. Die Doppelseitigkeit der Bewegung bleibt dabei aber ganz unbeleuchtet, und sie darf um so weniger ausser Acht gelassen werden, als doppelseitige Bewegungen in einzelnen Motoren schon bei geringen Stromstärken beobachtet wurden.

Man möge mir fernere Zurückhaltung über dieses Thema auch jetzt noch um so mehr gestatten, als der Gesichtskreis doch nur durch die Resultate eines Versuches erweitert worden ist. —

Betrachten wir nun das anatomische Verhältniss dieser Region zu denjenigen Theilen des Hundehirns, welche ihr in physiologischer Beziehung parallel zu setzen sind, so stellt sich heraus, dass meine Ansicht, nach der die erregbaren Theile am Menschenhirn in der parietalen Gegend zu suchen sein würden, schon durch die Reaction des Affenhirns Bestätigung findet. Ich sehe dabei von der unter den Anatomen herrschenden Meinungsverschiedenheit, ob die vordere Centralwindung zum Stirn- oder Scheitellappen zu rechnen sei, übrigens ab, und berücksichtige nur ihr Lageverhältniss zum Schädel. Wie Bischoff nachgewiesen hat wird die vordere Centralwindung noch durch das Scheitelbein mitbedeckt und steht insofern allerdings in einer natürlichen genetischen Beziehung zu den anderen von dem gleichen Knochen bedeckten Windungen.

Der Furchenbildung lege ich freilich wichtige Beziehungen zu den Hirnfunctionen unter, aber nicht derart, dass ich aus dieser oder jener Variante oder aus der Massenhaftigkeit irgend welche Schlüsse abzuleiten gedächte. Eben so wenig erblicke ich die Nothwendigkeit, dass jeder Lappen bei jeder Species von einer mehr oder weniger durchschneidenden Transversalfurche begrenzt sei. Wo aber

derartige tiefeinschneidende Furchen den Typus vervollständigen und nicht etwa blos gelegentlich als Anomalien vorkommen, scheinen sie mir als natürliche Grenzen für eine bestimmte Zahl grosser Gruppirungen von Functionen gelten zu können. Es ist klar, dass Zusammengehöriges nicht durch tiefe Furchen getrennt sein darf. Denn dadurch würde wegen der nothwendigen Verbindungsbahnen eine unendliche Verschwendung an Raum und Material veranlasst werden.

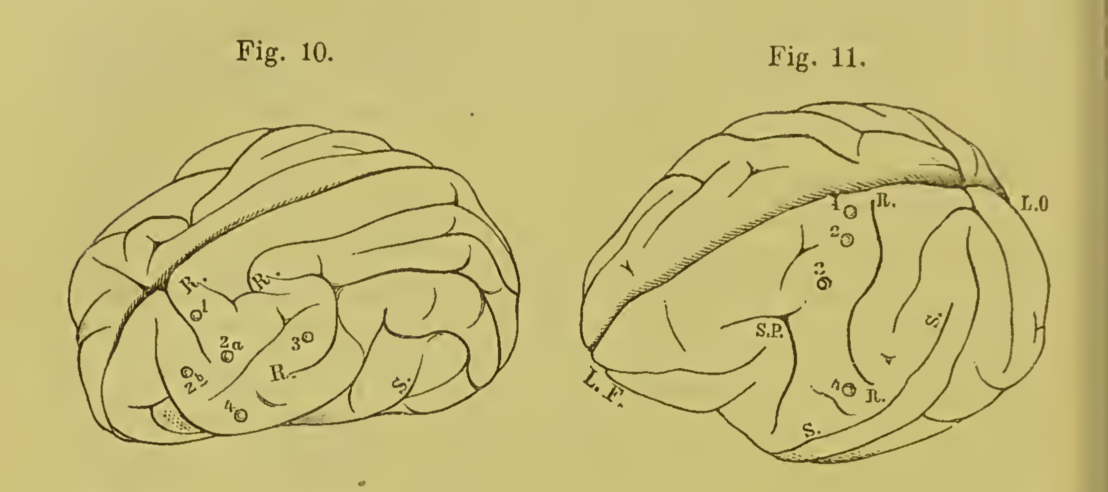
Von demselben Gesichtspunkte aus betrachte ich die beim Menschen regelmässig vorhandenen Ueberbrückungen der vor der Centralfurche transversal verlaufenden Furche, wodurch dieselbe in mehrere Fragmente zerrissen wird. Wahrscheinlich werden sehr nahe Rindenbeziehungen zwischen Stirnlappen und vorderer Centralwindung von Nöthen sein. Deshalb können aber doch die Functionen der Stirn- und der Scheitelregion so sehr als möglich differiren. Lassen wir z. B., um einen nahe liegenden Gedanken aufzugreifen, einen Theil der Klang-Wortbilder in der dritten Stirnwindung deponirt sein, so wird allerdings das Bedürfniss einer directen Verbindung zwischen diesem Rindenbezirke und dem die Centralorgane der Sprechmuskeln bergenden der vorderen Centralwindung entstehen. Es wäre ja im höchsten Grade umständlich und unzweckmässig, wenn die Verbindung erst durch Umgehung der Furche hergestellt werden sollte.

Andererseits denke ich nicht daran aus der verhältnissmässig glatten Oberfläche der Stirn-Scheitelregion unseres kleinen Aeffchens etwa besonders innige Beziehungen zwischen irgend welchen Rindenorganen ableiten zu wollen. Die Zahl und Complicirtheit der Furchen steht so offenbar in directem Zusammenhange mit der Massenhaftigkeit des Gehirnes, dass man aus ihrem örtlichen Fortfalle, der Ansicht Reichert's folgend, nur schliessen kann, dass die anderweitigen Einschnitte ausreichen, die Blutgefässe genügend tief in das Innere des Organes eindringen zu lassen.

Die eben ausgeführten Anschauungen werden anderweitig unterstützt durch Vergleichung der Lage der erregbarsten Stellen beim Affen und beim Hunde. Sie liegen bei dem Letzteren scheinbar in zwei verschiedenen Windungen und deren Adnexen, bei dem Ersteren jedoch in einer einzigen Windung. So verwirrend dieser Umstand

zu Anfang war, so sehr hat er nachher, als die Vergleichung vieler Gehirne mir erst den Schlüssel gegeben hatte, zur Klärung meines eigenen Urtheils in der Frage beigetragen.

Fig. 10. Fig. 11.



Ich glaube, dass die Vergleichung des unter Fig. 10 abgebildeten Hundehirns mit dem Affenhirne, namentlich wenn meine anderen Abbildungen mit heran gezogen werden, allseitig überzeugend wirken dürfte. Man sieht an demselben nämlich, wie die beiden hier in Frage kommenden, die Centren tragenden Gyri breit in einander übergehen, so dass sie einen hakenförmigen Gyrus bilden. Denkt man sich nun diesen Haken gestreckt, so dass der nach Vorne liegende, laterale Theil (bei 4) ganz an den lateralen Rand und an seine Stelle der gekrümmte Theil des Hakens käme, so hat man das Lageverhältniss der Centren zu einander, wie es beim Affen existirt, vollkommen wiederhergestellt. Von der Mittellinie nach Aussen gerechnet würden die Centren in derselben Reihe auf einanderfolgen, nämlich hintere Extremität 1, vordere Extremität 2a und Nacken- 2b, Gesichts- 3, endlich 4 Fressbewegungen.

Wenn nun diese beiden zu einem vereinigten Gyri als vordere Centralwindung aufzufassen sind, so muss folgerecht die Rolandische Furche unmittelbar hinter ihnen zu suchen sein. An dem auf Fig. 10 abgebildeten Gehirne existirt aber an dieser Stelle wenigstens linkerseits keine durchschneidende Furche, sondern es besteht eine

Brücke zwischen den zwei mit R. R. R. bezeichenden Fragmenten. Auf der rechten Hemisphäre desselben Gehirns fehlt jedoch diese Brücke, so dass die beiden Fragmente zu einer grossen Furche zusammen laufen. Dadurch entsteht ein Bild, welches Fig. 3 besonders gut versinnlicht. Fig. 1 rechte Hirnsphäre zeigt ein ähnliches Gehirn von oben gesehen.

Vergleicht man sehr viele Hundegehirne auf das Verhältniss jener beiden Windungen und der sie umgebenden Furchen, so sieht man gleiche oder ähnliche Varianten immer wiederkehren. Die rechte Hemisphäre des Gehirns Fig. 10 enthält z. B. eine Uebergangsstufe zu dem Zusammenfliessen der beiden Gyri. Es besteht eine schmalere secundäre Windung zwischen ihnen. Ebenso schneidet an anderen Gehirnen bald einmal die von Vorn nach Hinten, bald einmal die median-lateralwärts verlaufende Furche durch. Dies beweist nach meinen eben entwickelten Anschauungen nur, dass beim Hunde die beiden Hälften der als Gyrus praecentralis zu betrachtenden Windungen irgend welche wichtige physiologische Verbindungen untereinander in der Rinde nicht eingehen. In der That liegt auch auf der Hand, dass die in der einen Hälfte zusammen localisirten Organe — Extremitäten und Rumpf — gemeinschaftlicher und naher Beziehungen bedürfen, und dass dasselbe für die in der anderen Hälfte zusammen liegenden, nämlich Gesichts-, Augen-, Zungen- und Kieferbewegungen zutrifft, während diese beiden grossen Complexe in relativer Unabhängigkeit von einander stehen.

Bei der Katze ist das Zusammenfliessen jener beiden Gyri (e und f) die Regel, während die Furchen bei den von mir untersuchten Hirnen gesondert bleiben. Jedenfalls hat die Vergleichung der Gehirne sehr vieler Thiere derselben Species etwas ungemein Belehrendes, und ich glaube, dass ich mit dieser Beschäftigung meine Ansichten berichtigt und erweitert habe. Indessen fehlt mir das Material um das gleiche Studium auf viele Species und deren Embryonen ausdehnen zu können, während Abbildungen, die ja doch immer nur den Typus geben, wenig fördern.

Deshalb halte ich mich zu einer irgend weitergehenden Ausführung dieser vergleichenden Betrachtung nicht für berechtigt und möchte nur gerade das feststellen und erklären, was aus den Reiz-

versuchen direct hervorgeht. Dies aber läst sich wohl mit einem Worte dahin zusammen fassen, dass die Gyri *e*, *f* des Hundes und der Katze dem Gyrus praecentralis des Affen und die Gyri *g*, *h* dem Reste der Scheitelregion wahrscheinlich entsprechen. Hieraus folgt denn unmittelbar, dass meine früher ausgesprochene Annahme, nach der die rudimentären Gyri *a*, *b*, *c* und der Gyrus *d* des Hundehirns die Anlage des Stirnlappens enthielten, und ihrer Weiterentwickelung die Massenzunahme des Hirns der Primaten vorwiegend zu danken sei, dem wirklichen Sachverhalte entspricht. Denn die Weiterentwickelung des Stirnhirns lässt sich an der Stufenleiter der Affen bis zu den, dem menschlichen Gehirne immerhin sehr nahestehenden Gehirnen der anthropoiden Affen ohne Schwierigkeit nachweisen. Der einzige Punkt, um den sich Alles dreht, und der deshalb der ferneren und festesten Begründung auf das Dringendste bedarf, ist der eben angestrebte Nachweis, dass wirklich Gyrus *e* und *f* des Hundes der vorderen Centralwindung des Affen resp. des Menschen äquivalent sind. —

Von diesem Gesichtspunkte aus sind pathologische Beobachtungen am Menschen, soviel sich auch gegen deren zu unbedingte Benutzung einwenden lässt, Behufs weiterer Förderung der Sache nicht zu verschmähen. Alle unsere Beweise kommen am letzten Ende darauf hinaus, dass wir jeden Weg betreten der die Wahrscheinlichkeit des zu Beweisenden mehr und mehr erhöht. Bis zur Gewissheit des mathematischen Beweises bleibt immer noch eine Lücke, deren Bedeutsamkeit ich, insbesondere bei unserem Thema wahrlich nicht unterschätze.

Ich habe in der vorigen Abhandlung von den Schwierigkeiten, welche sich der physiologischen Ausnutzung klinischer Beobachtungen entgegenthürmen, bereits gesprochen. Um nicht durch ein leicht mögliches Missverständniss noch neue Hindernisse für die gleichmässige Beurtheilung solcher Thatsachen entstehen zu lassen, fühle ich mich verpflichtet, an dieser Stelle, und bevor ich selbst auf derartige Erörterungen eingehe noch einmal ausdrücklich hervorzuheben, dass ich weder die vordere Centralwindung des Affen, noch die Gyri *e*, *f* des Hundes als die einzigen mit der Muskelbewegung in Zusammenhang stehenden Theile des Grosshirns betrachtet wissen will. Meine bis-

herigen Reizversuche an der Rinde richteten sich vielmehr ganz allein auf die Feststellung derjenigen centralen Zusammenfassungen und ihrer örtlichen Anordnung, welche am oberflächlichsten und deshalb für die Reizmittel des Untersuchenden am zugänglichsten liegen. Ausser diesen giebt es gewiss noch andere gleichen Werthes und möglicherweise wieder andere verschiedenen Werthes. Jede einzelne der untersuchten Thierspecies liess bei Anwendung mässig starker Ströme die eine oder die andere Muskelbewegung vermissen. Es ist kein Grund wahrzunehmen, warum nicht auch diese Motoren durchaus äquivalente Zusammenfassungen im grossen Gehirn besitzen sollten. Vielleicht liegen dieselben in der Tiefe der von den Wülsten gebildeten Faltungen. Vielleicht ist ihre Faseranordnung derart zerstreut, dass schwache Ströme zur Bethätigung der Function nicht geeignet sind. Man kann darüber nur Vermuthungen haben.

Diese Umstände werden namentlich bei der Beurtheilung von Läsionen, welche die hintere Centralwindung und den Rest der Scheitelregion betrafen, in Rechnung zu ziehen sein. Es wäre gewiss sehr wünschenswerth, wenn bei von Aussen her eindringenden, mit Krämpfen oder Paresen verknüpften Processen dieser Gegend besonderer Fleiss auf makroskopische und mikroskopische Untersuchung der Tiefe verwendet würde, bis zu der die Veränderung sich ausgebreitet hat. —

Es ist nicht meine Absicht, die ganze Literatur der Oberflächen-Affectionen des Grosshirns in die Besprechung zu ziehen. Dahingehende Bestrebungen, die übrigens wohl von anderer Seite her in Aussicht genommen sind, finden noch besondere Schwierigkeiten, wie schon Ecker hervorgehoben hat, in der mangelhaften Kenntniss, welche das ärztliche Publicum von den typischen Grosshirnwindungen besass, und der damit in Verbindung stehenden mangelhaften Localisation der Krankheitsheerde. Man würde sich einer entschiedenen Förderung der Sache versehen können, wenn die verdienstliche Schrift von Ecker: „Die Hirnwindungen des Menschen," Braunschweig 1869, durch welche die Orientirung ausserordentlich erleichtert wird, den Aerzten bekannter würde. Ich werde also an dieser Stelle nur diejenigen Rindenaffectionen zur Besprechung heranziehen, welche

seit der Veröffentlichung unserer ersten Untersuchungen Gegenstand der Discussion geworden sind.

Die erste hierhergehörige Beobachtung habe ich selbst in dem vorigen Aufsatze mitgetheilt, und ich glaube, dass sie trotz der complicirenden Momente, welche durch die bei der Section gefundenen meningitischen Producte dem an und für sich klaren Sachverhalte beigemischt sind, ein ungewöhnliches Interesse beanspruchen darf. Dieses Interesse liegt in dem Umstande begründet, dass einerseits, die während des Lebens wahrnehmbaren Erscheinungen von Rindenreizung — Krämpfe von ihrem ersten Anfange an durch mich selbst in allen ihren Details verfolgt wurden, dass sich ferner parallel dem äusserlich wahrnehmbaren Ausgangspunkte der Krämpfe auf der Hirnrinde ein bestimmter Ausgangspunkt der Centralerkrankung auffinden liess, welcher seinerseits wieder durch das mit gleichen Reizeffecten antwortende Centrum des Affenhirns örtlich gedeckt wird.

Der oben beschriebene Abscess hatte seinen Sitz in der vorderen Centralwindung bei H (Fig. 8). Diese Stelle liegt zwischen dem Centrum 3 und 4 (Fig. 9) des Affengehirns. Bei ihrer Reizung „trat Retraction der Mundwinkel, Bewegungen der Zunge, sowie der übrigen zur Zunge in Beziehung stehenden zwischen Kiefer, Zungenbein und Sternum belegenen Motoren ein.“ Die letztangeführten Bewegungen waren sämmtlich doppelseitig. Die ersten Krampfanfälle meines Patienten betrafen namentlich die Muskeln um Mund und Nase, die Muskeln der Zunge in hohem Grade und zwar doppelseitig, ausserdem in geringerem Grade solche Muskeln, welche sowohl in der Peripherie benachbart liegen, als auch in der Hirnrinde nachbarliche Innervationsheerde besitzen — Orbicularis palpebrarum besonders, dann vordere Halsmuskeln. Unmittelbar nach dem Anfalle bestand eine sehr passagere aber für den Moment fast complete Lähmung des Facialis und der entsprechenden Zungenhälfte.

Schon bei diesem Anfalle lässt sich eine allmälige Verbreitung des Reizes auf Muskeln, deren Centralorgan beim Affen etwas mehr medianwärts liegt, nachweisen; zuerst zuckten die Muskeln um den Mund und die Zungenmuskeln, nachher der Orbicularis palpebrarum (Centrum 3). Unmittelbar auf diesen Anfall folgte ein anderer, der

eine weitere Verbreitung des Reizes nach der Mittellinie zu andeutet. „Etwa 10 Minuten nach dem Sistiren des so eben beschriebenen Anfalls traten ganz analoge klonische Zuckungen von geringer Intensität und Dauer in sämmtlichen Beugemuskeln der Finger inclusive des Daumens der linken Hand (Centrum 2) ein, während gleichzeitig der Facialis nur ein leichtes Vibriren zeigte.“ Bald gesellten sich auch Augenmuskeln und andere Muskeln der oberen Extremität, dazu, die Muskeln der unteren Extremität aber, deren Centrum (1) beim Affen am entferntesten von der Stelle des Abscesses liegt, blieben bis zu Ende in Ruhe. Diejenigen Muskeln, deren centraler Innervationsheerd nach unten unmittelbar an den Abscess grenzt, die eigentlichen Herabzieher des Unterkiefers wurden ebenfalls nicht in Bewegung gesetzt. Man wird hierbei daran erinnert, dass für die künstliche Kieferöffnung sowohl beim Hunde, als auch beim Affen stärkere Ströme erfordert wurden. Endlich findet sich, dass die einzige wirklich zerstörte Stelle im Gehirn, der Abscess, genau dort sitzt, wo die einzigen bei Lebzeiten gelähmten Muskeln, die des Gesichtes und der Zunge in der Hirnrinde des Affen ihr motorisches Centralorgan haben. —

Nicht lange nach der Publication meiner Beobachtung erschien eine in mancher Beziehung ähnliche von Wernher[1]). Durch ein Trauma war das linke Schläfenbein verletzt, die Dura und Pia durchrissen und die beiden Gyri, welche die Sylvische Grube begrenzen, gegenüber dem unteren Ausläufer der Rolandischen Furche (W Fig. 8) zerquetscht. Nachdem schon am zweiten Tage eine leichte Parese der Schliessmuskeln des Unterkiefers und des Levator palpebrae superioris nebst einer aphasischen Sprachstörung beobachtet war, begannen am dritten Tage Krämpfe. Dieselben gingen niemals in allgemeine Convulsionen über, sondern beschränkten sich immer auf einzelne Muskelgruppen der gegenüberliegenden (rechten) Körperhälfte. Insbesondere wurde der rechte Mundwinkel, die Nasenflügel, die Lider, die Zunge in Bewegung gesetzt; ferner machten die Finger

1) Verletzung des Lobus frontalis der linken Grosshirnhälfte, ein Beitrag zur Pathologie der Gehirnverletzungen und zur Localisation der Gehirnfunctionen. Virchow's Archiv Bd. LVI. H. 3.

krampfhafte Flexions- und Extensionsbewegungen; auch die Muskeln der rechten Hals- und Nackenseite waren in ähnlicher Weise betheiligt. Als der Kranke am sechsten Tage zu Grunde gegangen war, fand sich ausser den erwähnten Veränderungen, dass auf der Oberfläche der linken Hemisphäre ein im Zerfallen begriffenes Blutextravasat lag, welches hauptsächlich den linken Stirnlappen einnahm, sich aber auch über den Scheitel- und Schläfenlappen erstreckte. Die Oberfläche des Frontallappens war bis zu ganz geringer Tiefe erweicht, während die Hirnhäute keine wesentlichen Veränderungen zeigten.

Durch die letztangeführten Befunde, sowie dadurch, dass die ursprüngliche Läsion sich über drei Windungen erstreckte, wird die Reinheit der Beobachtung wesentlich getrübt, ebenso wie die eitrige Meningitis in meinem Falle complicirende Momente eingeführt hatte. Gleichwohl ist dieser Publication eine grosse Wichtigkeit nicht abzusprechen, denn nach den früher schon hervorgehobenen Erfahrungen zu schliessen, darf man kleine Läsionen der Oberfläche ohne anderweitige Zerstörungen der Hirnsubstanz und ohne Betheiligung der Häute nur höchst ausnahmsweise auf dem Sectionstische erwarten. Es wird also wesentlich darauf ankommen durch fernere Autopsieen zu constatiren, ob Verletzungen des Rolandischen Theiles der ersten Temporalwindung oder des Sylvischen Theiles der hintern Centralwindung partielle Convulsionen hervorgebracht haben. Vor der Hand aber dürfte als wesentlich hervorzuheben sein, dass wiederum eine Verletzung des unteren Areals der vorderen Centralwindung localisirte Krämpfe auslöste, welche das Gesicht, die Zunge, die obere Extremität und den Hals in Bewegung setzten, während wie in meinem Falle die untere Extremität, deren Centralpunkt am weitesten von dem Heerde entfernt liegt, in Ruhe blieb. —

Vergleichen wir hiermit eine Beobachtung von Griesinger[1]) auf die M. Bernhardt neuerdings wieder aufmerksam gemacht hat.

Ein 41jähriger Tagelöhner war plötzlich mit Zuckungen im rechten Beine, die Anfangs nicht alle Tage kamen und nur ganz

1) Cysticerken und ihre Diagnose. Gesammelte Abhandlungen, Berlin, 1872, Band I, S. 399—443.

momentan waren, erkrankt. Später wurden die Anfälle häufiger, so dass sie selbst mehrmals täglich auftraten. Vier Wochen nach dem Beginne der Erkrankung wurde auch der rechte Arm convulsivisch bewegt, während gleichzeitig eine leichte Parese beider Extremitäten eintrat. Acht Tage später wurde Patient in die Griesinger'sche Klinik aufgenommen, wobei noch constatirt wurde, dass durch willkürliche Bewegungen des Beines sofort ein Krampfanfall hervorgebracht werden konnte. Dabei dreht sich der Kopf stark nach rechts und es tritt Zittern und Zucken bald in den Flexoren bald in den Extensoren der rechten Extremitäten ein. Beide Bulbi stellen sich nach rechts, beide Pupillen erweitern sich und reagiren nicht, manchmal beide, gewöhnlich ein Facialis betheiligen sich an dem Anfalle; auch die im Munde liegende Zunge zittert am Ende des Anfalls. Zu Anfang seiner Krankheit war der Patient nur ausnahmsweise bewusstlos geworden, später hingegen immer, ohne dass sich jedoch mit Ausnahme der letzten Zeit seines Lebens Muskeln der andern Körperhälfte betheiligt hätten. Hingegen war eine Anfangs kaum wahrnehmbare Facial-Paralyse noch am Todestage nicht recht deutlich geworden, während die Extremitäten längst ganz gelähmt waren.

Der Kranke starb 80 Stunden nach der Aufnahme. Bei der Section fand sich zunächst eine 4 Cm. breite, 4,3 Cm. lange, 5—6 Cysticercus-Blasen enthaltende Cyste, welche unmittelbar der linken Seite der Falx anlag. Ihr vorderes Ende entsprach einer vom Ohr heraufgezogenen Linie. Ausser dieser Blase sassen noch 5 etwa bohnengrosse Säcke an der Oberfläche derselben Hemisphäre und zwar sowohl in den hinteren Partieen des Scheitellappens als auch auf dem Stirnlappen. Die beigegebene Zeichnung ist nicht sehr deutlich und es fehlt leider die Benennung der Gyri. Indessen sind doch zwei transversal verlaufende Gyri, welche die Stelle der Centralwindungen einnehmen, deutlich umrissen, und wenn ich mit der Zeichnung die Bemerkung, dass eine vom Ohr heraufgezogene Linie das vordere Ende des Sackes getroffen hätte, in Beziehung bringe, so scheinen mir diese Gyri allerdings den Centralwindungen zu entsprechen. Denn die genannte Cyste bedeckt die medialen Ausläufer derselben gänzlich und dehnt sich um ein Geringes nach Vorne und Hinten aus.

Vergleichen wir nun die Ausbreitung der Krampferscheinungen dieses Falles und der beiden anderen angeführten Beobachtungen, so finden wir, dass die Reihenfolge eine umgekehrte war. Hier wurde zuerst das Bein, dann der Arm, dann die übrigen Muskeln ergriffen. So sass dann auch die grösseste Cyste an dem medialen Rande der Hemisphäre zunächst dem Centralpunkte für die untere Extremität, während in den beiden anderen Fällen die Läsion den lateralen Theil einnahm. Allerdings ist auch diese Beobachtung nicht rein, denn nicht nur occupirte der Sack den Bereich mehrerer Windungen, sondern es fanden sich auch mehrere andere, wenn gleich viel kleinere Blasen an anderen Stellen des Gehirns. Mit Bezug hierauf könnte ich nur die anlässlich der vorigen Beobachtungen gemachten Bemerkungen wiederholen.

Uebrigens würden auch die später auftretenden linksseitigen Krampfanfälle ihre Erklärung in einer stark haselnussgrossen Blase finden, welche offenbar an der unteren Grenze des medialen Drittels der vorderen Centralwindung lag, wenn es nicht sein Missliches hätte, Schlüsse aus Krampfanfällen ziehen zu wollen, die den Charakter der epileptischen schon angenommen haben. —

Grösseres Interesse gewinnen diese Beobachtungen noch durch einige kriegschirurgische Erfahrungen, welche Löffler[1]) mittheilt, und auf die Th. Simon[2]) bereits die Aufmerksamkeit gelenkt hat.

Im Anschlusse an die Beobachtung Griesinger's ist zunächst Löffler's Fall 23[3]) von Interesse. Hier bestand eine Schussfractur beider Scheitelbeine auf der Höhe des Scheitels. Die Wunde war etwa 8 Groschen gross, die Dura nicht verletzt, hingegen nach Innen gedrückt. Hier nun waren beide Beine gelähmt und hyperästhetisch, während anderweitige Lähmungserscheinungen nicht eintraten.

Daran reiht sich der vollkommen mit den angeführten Thatsachen im Einklange stehende 19. Fall[4]). Ein dänischer Unter-

1) Generalbericht über den Gesundheitsdienst im Feldzuge gegen Dänemark 1864, Berlin 1867.

2) Zur Pathologie der Grosshirnrinde. Berl. klin. Wochenschr. 1873. No. 4 und 5.

3) A. a. O. S. 89 f.

4) A. a. O. S. 82 ff.

corporal war am vorderen oberen Winkel des linken Scheitelbeins nahe der Pfeilnaht durch eine Flintenkugel verwundet worden. Es bestand eine 2 Zoll lange, $\frac{3}{4}$ Zoll breite und 4 Linien tiefe Depression. Bei der Trepanation wurde ein 12 Linien langes, 5 Linien breites und $2\frac{1}{2}$ Linien dickes Knochenstück entfernt, welches die Dura durchbohrt und den Sinus longitudinalis verletzt hatte. „Im Moment der Verletzung war der Soldat zusammengebrochen und nicht mehr von der Stelle gegangen, weil das rechte Bein vollkommen bewegungs- und gefühllos geworden.“ Am siebenten Tage nach der Verwundung dehnte sich die Lähmung über den rechten Arm aus; verschwand aber aus diesem Gliede bald wieder, während sich die Lähmung des Beines langsam verbesserte. Also auch in diesem Falle betraf eine Läsion der Scheitelhöhe der vorderen Centralwindung (die vorderste Partie des Scheitelbeines deckt die vordere Centralwindung) zunächst die Innervation des Beines und breitete sich dann entsprechend der Lage der Centren auf den Arm aus, ohne die übrigen Muskeln des Körpers insbesondere die des Gesichts in ihr Bereich zu ziehen.

Der Kranke des Falles 11[1]) hatte einen Splitterbruch durch eine streifende Flintenkugel erhalten. Das rechte Scheitelbein war auf seiner Höhe in der Ausdehnung von 1 Zoll Länge und $\frac{1}{4}$ Zoll Breite zerschmettert. Bei der Section fand sich ein Hühnerei grosser Abscess. Die Extremitäten waren sofort gelähmt gewesen, der Facialis wurde jedoch erst am 11. Tage paretisch und am 12. Tage deutlicher gelähmt. — Auch im Falle 20[2]) hatte eine Schussfractur der Höhe des rechten Scheitelbeins ausschliesslich zu einer Parese der linken unteren Extremität geführt. —

Th. Simon[3]) endlich beschreibt den Fall eines dementen Knaben, der neben Aphasie rechtsseitige Extremitäten-Lähmung und Contractur hatte. Der Facialis war hingegen bis zu Ende freigeblieben. Bei der Section wurde Atrophie und Sklerose der linken Grosshirnrinde ohne Betheiligung tieferer Schichten gefunden. Der Process

1) A. a. O. S. 73.
2) A. a. O. S. 88.
3) A. a. O. No. 5.

hatte die untere Hälfte der hinteren Centralwindung, die unterste Spitze der vorderen, die Inselwindungen, die ganzen hinteren zwei Drittel der dritten Stirnwindung, die Parietal-Windungen mit Ausnahme der obersten und sämmtliche Occipital-Windungen zerstört. Diejenigen Theile indessen, wo die Centralpunkte für den Facialis und die Extremitäten zu suchen wären, waren verschont geblieben. Die während des Lebens an den Extremitäten beobachteten Motilitätsstörungen würden sich also aus dem Leichenbefunde in so einfacher Weise nicht erklären, während die Verschonung des Facialis immer hin bemerkenswerth erscheint. Simon selbst ist zu vorsichtig, um aus einem chronisch verlaufenden Falle, der mit einem so ausgedehnten Rindendefect endete, weitgehende Schlüsse ziehen zu wollen. —

Wenn wir nun einen Rückblick auf die angeführte Casuistik werfen, so zeigt sich, dass die Uebereinstimmung in den Symptomen der einzelnen Fälle, so klein ihre Zahl auch sein mag, werthvolle Anhaltspunkte für die uns beschäftigende Frage ergiebt. Ueberall finden wir, dass Läsionen der Höhe des Scheitellappens von Motilitätsstörungen der Extremitäten begleitet sind, und dass Läsionen der Basis des Scheitellappens Motilitätsstörungen im Bereiche der Mund- und Zungenmuskulatur auslösen. Werden grössere Abschnitte der vorderen Centralwindung in den Bereich der Affection gezogen, so betheiligen sich mehr und mehr Muskelgruppen, insbesondere auch der Rest des Facialis.

Auf der andere Seite kann ich nicht unterlassen die Aufmerksamkeit auf diejenigen Beobachtungen zu lenken, bei denen der Stirnlappen durch äussere Gewalt fast gänzlich vernichtet war, ohne dass irgendwelche Motilitätsstörungen nachgewiesen werden konnten. Diese Fälle sind so zahlreich und bekannt, dass ich die Mittheilung einer Auslese derselben für überflüssig erachte.

Ich bin weit entfernt — das brauche ich wohl kaum zu sagen — hiermit die angeregten Fragen für abgeschlossen zu erachten. Indessen lehrt grade die Gegenüberstellung der immensen, von keinen Motilitätsstörungen begleiteten Verletzungen des Stirnlappens und der kleinen, durch wohlumgrenzte Alterationen der Bewegung charakterisirten Läsionen des Scheitellappens, dass die grössere Wahrscheinlichkeit für die Eingangs von mir entwickelten Ansichten spricht.

Es kann nicht fehlen, dass die von mir in dem vorigen Aufsatze ausgesprochene Hoffnung allmälig in Erfüllung geht, dass es durch Vergleichung vieler analoger Fälle gelingen wird das Unwesentliche in den Symptomen zu erkennen und auszuscheiden.

VI.

Ueber die Auffassung einiger Anomalieen der Muskelinnervation.[1])

I.

Das Material, welches den, in den nachfolgenden klinischen Arbeiten angeführten Thatsachen zu Grunde liegt, stammt grösstentheils aus meiner Poliklinik, und ist von mir seit Jahren gesammelt worden. Es bedurfte dieser Zeit, um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass das Gesehene nicht Product des Zufalles sei, und um durch variirte Versuche das Wesen der Sache, soweit es möglich war aufzuklären. Allerdings gelangt man auch günstigsten Falls bei jeder Arbeit über Pathologie des Centralnervensystems immer an einen Punkt, wo die Deutung sich nur noch auf eine unterbrochene Reihe von Thatsachen stützen kann. Ich habe mich jenseits dieses Punktes einer doppelten Vorsicht des Ausdrucks befleissigt, in der Ansicht, dass es besser sei, unumwunden zu sagen, was wir nicht wissen, als die Dinge mit Scheingründen glatt abzurunden. Das Studium abnormer Mitbewegungen wird uns in den folgenden Abhandlungen beschäftigen. —

Die bisher vorgebrachten Ansichten über die Ursachen der in Folge von Apoplexieen so häufig auftretenden Contracturen weichen nicht unerheblich von einander ab. Einige Autoren beschuldigen einfach die Prävalenz der Flexoren, ohne dass damit doch mehr als eine bequeme Redewendung, mit der man über die Schwierigkeit der Erklärung hinweg kam, gegeben worden wäre.

---

1) Diese Abhandlung wurde zuerst gedruckt in dem Archive für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. Bd. III. H. 2.

Wenn wirklich einzig und allein die Anwesenheit grösserer Muskelmassen an den Beugeflächen, die jedoch keineswegs allein Sitz solcher Contracturen sind, bedingend wäre, so könnte man nicht einsehen, warum jenes Symptom nicht sofort, oder wenigstens im Laufe einiger Tage nach dem Eintritt der cerebralen Läsion zum Vorschein kommt. Ausserdem hätte man dann bei peripheren Brachiallähmungen namentlich aber bei isolirten Lähmungen des Nervus radialis denselben Symptomencomplex zu finden, welches nicht der Fall ist.

Andere Autoren suchen den Grund im Gehirne. Duchenne[1]) hält die Contractur Hemiplegischer für ein Zeichen eines im Gehirn ablaufenden Entzündungsvorganges, der in den Wänden der hämorrhagischen Cyste seinen Sitz hätte. Ich brauche nicht anzuführen, dass es reichliche Fälle von hemiplegischen Contracturen giebt, bei denen man keine Veranlassung hat, an Blutergüsse in die Hirnsubstanz zu denken. Im Uebrigen giebt jener verdienstvolle Forscher keine Gründe für seine Ansicht an, wenn man nicht etwa die nicht weiter belegte Angabe, dass er nach Faradisirung der Glieder solcher Leidenden, „accidents“ erlebt habe, dafür nehmen will. Er räth in Folge dessen in allen Fällen vom Faradisiren ab, und macht weiterhin Remak bittere Vorwürfe, weil dieser die Lösung paralytischer Contracturen durch den „noch stärker reizenden“ galvanischen Strom versucht hatte.

Da ich der Therapie eine besondere Besprechung zu widmen nicht gedenke, möchte ich hier gleich bemerken, dass ich Kranke mit mannigfaltigen Formen hemiplegischer Contracturen in sehr reichlicher Zahl mit faradischen und galvanischen Strömen peripher und central (galvanisch) behandelt habe, ohne dass ich jemals auf Erscheinungen gestossen wäre, die mir ein Bedenken gegen Elektrisirung solcher Personen eingeflösst hätten. Ich will gar nicht in Abrede stellen, dass Hemiplegische nicht auch einmal in der Wohnung des Arztes oder grade beim Elektrisiren einen Anfall bekommen können. Zeit und Ort eigenen sich dazu so gut wie jeder andere. Ja, wenn man bedenkt, dass viele Kranke mit ausserordentlicher

1) De l'électrisation localisée. Deuxième édition. Paris 1861, S. 362.

Mühe grosse Strecken zurücklegen, um erst zum Arzte zu gelangen, und sich dann nicht selten in Angst und Aufregung, wegen der ihnen unbekannten Dinge befinden, die nun mit ihnen vorgenommen werden sollen, so muss man sich nur wundern, dass bei diesen doch einmal disponirten Personen nicht häufiger Recidive zu so ungelegener Zeit eintreten. Um jedoch zu beweisen, dass irgend eine Elektrisirung als solche die Veranlassung abgegeben habe, wäre die Vorbringung genauer Daten doch sehr wünschenswerth.

Ohne nun auf Remak's Angaben näher einzugehen, möchte ich nur hervorheben, dass Alles was bisher über günstige oder ungünstige Wirkungen elektrischer Heilmethoden bekannt geworden oder von mir selbst beobachtet worden ist, mir nichts für die Duchenne'sche, auch von M. Meyer und Anderen acceptirte Ansicht Sprechendes beizubringen scheint.

Auch in der Heranbildung und dem weiteren Verlaufe solcher Contracturen liegt mancherlei, was die fragliche Ansicht von vorn herein unwahrscheinlich macht. In der Regel sieht man die ersten Zeichen des Symptoms erst im Laufe des 2.—3. Monats nach dem Insulte erscheinen. Dann aber pflegt es nur zu häufig bis an das Lebensende nicht wieder zu weichen, sondern im Gegentheil an Intensität immer mehr und mehr zuzunehmen. Wenn man nun auch zugeben kann, dass die Entzündung in der Cystenwand erst im 2. oder 3. Monat entsteht, was mir freilich Angesichts der Anwesenheit eines fremden Körpers etwas spät vorkommt, so kann man ihr doch eine Jahre und Jahrzehnte lange Dauer kaum zugestehen. Man kann dies um so weniger, wenn man berücksichtigt, dass nach dem Zustande der Contractur zu urtheilen, diese Entzündung immer heftiger werden müsste, ohne doch andere schwere Erscheinungen zu setzen.

Andere Autoren sprechen mehr unbestimmt „von der Einwirkung abnormer Reize auf die motorischen Fasern der Beugemuskeln.“ Hiermit dürfte nicht viel erklärt sein und ich muss nur wiederholt in Erinnerung bringen, dass es keineswegs immer die Beugemuskeln allein sind, welche von der Contractur heimgesucht werden. — Wieder Andere (Boudet, Durand-Fardel) glauben, dass die Contractur eine Läsion der Convexität oder der Ventricel bedeute. Dagegen

sprechen zahlreiche Sectionsbefunde, bei denen Contractur ohne den vorausgesetzten Erguss auf die freien Flächen des Gehirns bestand.

Die meiste Wahrscheinlichkeit hat die in den neueren Arbeiten nicht berücksichtigte Ansicht Bouchards[1]) für sich, obwohl sich zeigen wird, dass sie für sich allein die vorhandenen Symptome nicht erklärt. Bouchard, der in sehr dankenswerther Weise die verschiedenen secundären Rückenmarksdegenerationen studirte, widmet dem Auftreten und den Symptomen der cerebralen Contractur eine ganz besondere Aufmerksamkeit. Er hat wohl die genaueste Beschreibung dieses Symptoms, ohne dass er freilich die eigenthümlichen, schon früher bekannten plötzlichen Aenderungen in dem Verhalten der betreffenden Muskulatur erwähnte. Nach ihm wäre die frühzeitig (innerhalb der ersten Tage) auftretende mit Temperatursteigerung verknüpfte Contractur als Entzündungserscheinung, die späte Contractur aber als Product der gleichzeitig beginnenden secundären Bindegewebswucherung im Rückenmark zu deuten. Wir wollen dahingestellt sein lassen, ob grade die Bindegewebswucherung als Reiz einwirkt; dass in der That ein Reizzustand in den Centralorganen anzunehmen ist, werden wir später näher besprechen. Mir erregt nur der Umstand, dass Heilungen wenn auch selten vorkommen, rücksichtlich des Bindegewebes einiges Bedenken. —

Ich habe nun zunächst einige neue Thatsachen beizubringen. Bei verschiedenen Autoren findet sich die Angabe, dass mitunter, ohne eine hinreichend erkennbare Ursache die hemiplegischen Contracturen sich plötzlich und vorübergehend vollständig lösten. Diese sonderbare Erscheinung passt in keine der gangbaren Erklärungen hinein. Man hat aber die Bedingungen dieses plötzlichen Wechsels nicht studirt, namentlich auch sich nicht überzeugt, unter welchen Umständen derselbe constant auftritt. Andere Beobachter sahen als momentane Folge psychischer Affecte Streckung krampfhaft gebeugter Finger und Erhebung des vorher gegen den Rumpf gepressten Armes. Bei derartigen Vorgängen haben wir es aber nicht mit einem einfachen Nachlasse der Contractur, sondern mit einer gleichzeitigen, plötzlichen und unwillkürlichen Innervation der Antagonisten zu thun.

---

1) Des dégénérations secondaires de la moëlle épinière. Archives générales 1866. (4. Artikel).

Die einfache Lösung der Contractur tritt innerhalb einer langen Zeitperiode der Krankheit regelmässig nach längerer Ruhe, insbesondere nach dem nächtlichen Schlafe auf.[1]) So lange die Kranken auch nach dem Erwachen ruhig im Bette liegen, bleiben ihre Glieder weich und biegsam. Ja es kommt sogar vor, dass Personen die nur in Folge starrer Contracturen an vollkommener Immobilität der betreffenden Partie zu leiden scheinen, dieselbe unmittelbar nach dem Schlafe ziemlich gut bewegen können. Mit dem Augenblicke aber, wo sie eine, die Erzeugung grösserer Willensimpulse voraussetzende Bewegung machen, ist die Contractur und damit die Immobilität wieder da. Häufig ist dies der Fall, wenn solche Kranke das Bett verlassen haben, manchmal genügt schon das Wechseln des Hemdes im Bett, in anderen Fällen tritt die alte Starrheit in ganzer Intensität erst nach Zurücklegung eines mehr oder weniger langen Weges ein.

Diese Verschiedenheiten hängen wahrscheinlich ab von der Intensität der Affection und von dem bereits seit dem Insulte verflossenen Zeitraum. Ueber die ganz alten Contracturen vermag ich übrigens nichts auszusagen, da sie mir so gut wie gar nicht zur Beobachtung kommen. Indessen war ich doch in der Lage, das Symptom über mehrere Jahre hinaus verfolgen zu können. Es mag sein, dass die Contractur nach Jahrzehnte langem Bestehen überhaupt permanent wird. Dem liegen jedoch wohl ganz differente Ursachen — secundäre Veränderungen der Muskeln und Gelenke zu Grunde.

Lässt man Hemiplegische, deren Contractur nach Zurücklegung eines längeren Weges ziemlich starr geworden ist, sich niederlegen, so verschwindet nicht selten ein grosser Theil der Starre. Dies dauert aber nur so lange sie liegen. Wenn sie wieder aufgestanden sind und einige Bewegungen gemacht haben, ist die frühere Starre

---

1) Benedict Elektrotherapie S. 219 erwähnt beiläufig: „Bei der Nacht verschwinden (diese Spannungen, wie auch) gewöhnlich die cerebralen Contracturen.“

wieder da. Es begegnen uns manchmal Kranke, bei denen dieser Wechsel nur ganz kurze Zeit in Anspruch nimmt, so dass man das Experiment oft hintereinander wiederholen kann. Legt man dann die eigenen Finger vorsichtig auf die Spitzen der krallenartig eingeschlagenen Finger der Kranken, so kann man sehr deutlich das jedesmalige Nachlassen und wieder Zuschnappen fühlen.[1])

In anderen Fällen kann man eine Verstärkung der Contractur auch durch andere als Ortsbewegungen des ganzen Körpers erzielen. Ich habe z. B. eine Kranke mit leichter apoplektischer Contractur der rechten Seite beobachtet, welche jedesmal, sobald ich sie mit der linken Hand einen schweren Gegenstand heben liess, den Daumen und Zeigefinger der rechten Hand die sonst ziemlich flexibel waren, ganz starr einschlug. Liess sie den Gegenstand wieder herab, so war auch der alte Zustand wieder da.

Wir haben hier also mehrere Formen. Bei den letzterwähnten Beobachtungen tritt eine unwillkürliche Zusammenziehung einzelner Muskeln nur während der Dauer gewisser Bewegungen ein. Bei anderen dauert sie nach einer Anzahl von willkürlichen Bewegungsimpulsen so lange der Mensch steht oder geht an, lässt aber nach einiger Ruhe nach. In wieder anderen Fällen endlich ist nur lange Ruhe — der nächtliche Schlaf — im Stande die Contractur vollständig zu lösen, während schon mässige Bewegungsimpulse sie in voller Intensität wieder herzustellen vermögen.

Es liegt auf der Hand, dass diese, in den mehr oder weniger paralytischen Gliedern eintretenden unwillkürlichen Bewegungen, welche wir Contracturen nennen, als Mitbewegungen aufgefasst werden müssen.

Sehr viel klarer tritt der Charakter der Mitbewegung bei einer

---

1) Vorsichtig muss man hierbei verfahren, weil die Reflexerregbarkeit in diesen Gliedern sehr gross zu sein pflegt. Auf jede auch nur geringe Zerrung antworten die Muskeln sofort mit noch stärkerer Zusammenziehung. — Die Lösung der Contractur tritt auch gelegentlich ein, wenn man den Kranken durch galvanische Ströme Schwindel macht, und ebenso, wenn man ihnen durch passive Bewegungen des entzündeten Schultergelenkes (Vergl. meine Abhandlung: Ueber eine bei schweren Hemiplegieen u. s. w. Virchow's Archiv Bd. 48.) Schmerz verursacht.

bisher wenig beschriebenen Form cerebraler Halblähmung, der sogenannten Hemiplegia spastica infantium zu Tage.

Eine im Allgemeinen treffende Beschreibung dieser Krankheit finde ich eigentlich nur bei Benedict.[1]) Er irrt sich jedoch in der Angabe, dass dabei die Lähmungen fehlten. Benedict beschreibt nämlich diese Affection als lediglich durch Muskelspannungen bedingt. Wahrscheinlich sind ihm durch Zufall nur spätere Stadien zur Beobachtung gekommen, wobei dann allerdings die krampfartigen Erscheinungen bei Weitem in den Vordergrund treten. In früheren Stadien, und bei einzelnen Individuen auch auf lange Zeit hinaus, besteht aber eine wohl charakterisirte Halblähmung des Körpers und auch des Gesichtes. Mit der eintretenden Motilität ändert sich das Bild, und man bekommt allmählig die unzweckmässigsten Mitbewegungen, die man sich denken kann, derart, dass nicht selten der antagonistische Effect oder eine beliebige andere wunderliche Combination von Muskelwirkungen herauskommt. Berücksichtigt man nur diese Mitbewegungen, so kann man die Krankheit wohl für Chorea halten.

Es lässt sich hierbei nun ganz das Gleiche wie bei den Hemiplegieen Erwachsener nachweisen. Wenn man solche Kinder, nachdem sie erst die anfängliche Aengstlichkeit überwunden haben, einige Zeit auf dem Sopha ausgestreckt liegen lässt, so gelingen ihnen Bewegungen, die sie sonst absolut nicht ausführen können, in bei Weitem zweckmässigerer Weise. Die krampfartigen Bewegungen, welche beim Gehen, häufig auch schon beim Stehen auftreten, fallen aber in der absoluten Ruhe häufig gänzlich aus. —

Ich glaube übrigens, man gestatte mir diese Parenthese, dass man hierauf den Heilplan dieser Krankheit zu basiren hat. Benedict stellt die Prognose rücksichtlich der willkürlichen Bewegung absolut ungünstig. Ich kann dem nicht vollkommen beipflichten. Abgesehen davon, dass auch die Elektricität bei vernünftiger Methode ihre Erfolge hat, so lässt sich durch die Heilgymnastik nicht wenig erreichen. Ich lasse zuerst passive, dann auch active Bewegungen anfänglich im Liegen, dann im Sitzen, endlich im Stehen

---

1) Elektrotherapie S. 219 f.

ausführen. Mit einiger Geduld kann man die Mutter sehr gut dazu anlernen. Allerdings muss man aber den Leuten nicht Hoffnungen auf allzu schnelle Erfolge machen. Solche Curen dauern gar nicht selten Jahre lang. —

Andererseits lassen sich jene Mitbewegungen ebenfalls durch Aufbietung stärkerer Willensimpulse bedeutend verstärken. Man kann dies leicht zur Anschauung bringen, wenn man den Kindern Gewichte verschiedener Schwere in die gesunde Hand giebt. Je schwerer die Gewichte werden, um so weiter wird der Bereich der abnormen Mitbewegungen und ihre Intensität.

Wenn ich diese Krankheit in den Kreis der Besprechung ziehe, so entgeht es mir nicht, dass man mir Einwendungen rücksichtlich der Pathogenese machen kann. Bei den gewöhnlichen apoplektischen Hemiplegieen Erwachsener pflegt es sich um Hämorrhagieen oder Erweichungen dieser oder jener Art zu handeln. Bei Kindern sind derartige Zufälle jedenfalls seltener. Nach den Aeusserungen der erfahrensten Kinderärzte zu schliessen, könnte man die fragliche Krankheit, obwohl sie in der Regel apoplektiform beginnt, nicht auf die gewöhnlichen Insulte Erwachsener beziehen. Man hätte vielmehr an Tuberkeln, erforderlichenfalls an Solitärtuberkeln zu denken. Selbstverständlich kann diese Frage nur durch erneute Leichenuntersuchungen entschieden werden. Mir scheint sie jedenfalls nicht ganz abgeschlossen zu sein. Namentlich regen sich meine Zweifel, wenn ich berücksichtige, dass bis dahin ganz gesunde Kinder plötzlich im Gefolge von Diphtheritis oder einer anderen Infectionskrankheit von Hemiplegie befallen werden, und dass neuere Untersuchungen grade bei Diphtheritis capilläre und auch reichlichere Blutungen in den Centralorganen nachgewiesen haben. Dies muss nun dahingestellt bleiben.

Man könnte mir aber, wenn es sich nun doch nur um einen Tuberkel handelte, einwerfen, dass man es bei den Kindern mit einer reizenden Geschwulst zu thun hätte, was bei den Erwachsenen in der Regel nicht der Fall sei. Ich glaube nicht, dass dieser Einwand berechtigt wäre. Der ganze Symptomencomplex hat durchaus keine Aehnlichkeit mit dem einer reizenden Geschwulst, sondern bietet äusserlich betrachtet, das reine Bild gewöhnlicher Hemiplegieen, nur

dass wie ich soeben gezeigt habe, die Mitbewegungen bei der willkürlichen Innervation einen tonischen Charakter in dem einen, einen klonischen in dem anderen Falle haben,[1]) das lässt sich aber wohl zwangslos aus der, zur Zeit der Läsion noch nicht beendeten Entwickelung des kindlichen Gehirns erklären. Offenbar liegt bei der Hemiplegia spastica der Kinder ein abgelaufener Process vor, der eine theilweise Zerstörung von Fasern oder Centren, daneben aber einen fremden Körper, sei es nun ein Tuberkel, eine Ausschwitzung oder etwas Anderes hinterlassen hat. Ganz dasselbe ist aber auch bei der Hemiplegie der Erwachsenen nach Ablauf einer gewissen Zeit der Fall. Nur ist der fremde Körper in der Regel hier die apoplektische Schwiele oder Cyste oder dergleichen. In beiden Fällen besteht die einzige übrig bleibende Reizungserscheinung wie ich soeben gezeigt habe, in Mitbewegungen, welche je nach dem Alter einen verschiedenen Charakter annehmen.

Uebrigens fehlt es keineswegs an Uebergängen zwischen diesen beiden Formen. Ich habe bisher die Contractur der Erwachsenen nur als Ausdruck von Mitbewegungen bei allgemeinen Körperbewegungen und bei auf andere Glieder gerichteten Willensintentionen geschildert. Ganz ebenso häufig strahlen die Impulse auch bei Erwachsenen in abnormer Stärke in antagonistische Muskeln derselben Extremität ein. Schon von alten Zeiten her weiss man, dass halbseitig Gelähmte, denen man die Hand öffnen und die Finger strecken heisst, das Glied nur noch fester zukrallen. Liegt der Mensch aber ruhig im Bette, so gelingt ihm die geforderte Bewegung. Analoges beobachtet man auch an den Muskeln des Oberarmes. Es ist keine so gar seltene Erscheinung, dass ein heilender Schlagflüssiger, wenn er seinen Vorderarm gegen den Oberarm beugen soll, allem Anscheine nach eine colossale Summe von Willensimpulsen verbraucht. Sieht man näher zu, so findet man, dass er gleichzeitig mit den

---

1) Es kommen allerdings bei Hemiplegieen der Kinder auch andere Reizungserscheinungen — Erschütterungen und Krämpfe einer Körperhälfte ohne Verlust des Bewusstseins vor. Grade dann pflegen aber die fraglichen choreaartigen Bewegungen zu fehlen. Bei ihnen könnte man eher an eine sich weiter entwickelnde Neubildung denken, doch habe ich niemals Zunahme der Lähmung beobachtet.

Beugern, den Triceps in einer die Wirkung der Ersteren wesentlich hemmenden Weise innervirt.[1]) Dasselbe kann auch bei Streckbewegungen mit den Beugern der Fall sein. Dann nähert sich das Bild wieder bis zur Verwischung dem gewöhnlichen Bilde der Contractur. Häufig findet sich dabei ein ruckweiser, absatzweiser Charakter der Muskelaction. Man beobachtet auch Kranke, bei denen krampfhaft gebeugte, dem Willenseinflusse scheinbar entzogene Finger gestreckt werden, sobald eine Erhebung des Oberarmes angestrebt wird. Bei anderen hingegen wird auf dieselbe Willensintention die Beugung noch stärker. —

Es würde sich nun um eine einleuchtende physiologisch-pathologische Erklärung für alle diese so ausserordentlich eigenthümlichen Erscheinungen handeln. Denn wenn wir einen abstracten Ausdruck für die im Voranstehenden geschilderten Vorgänge gebrauchen wollen, so würde der lauten: *Aborme Innervation, unter Umständen sogar Innervation von absolut abnormer Stärke in für den normalen Willensimpuls mehr oder weniger gelähmten Muskeln.* Für den ersten Augenblick scheint ein Widerspruch darin zu liegen, dass gelähmte Muskeln unter Mitwirkung irgend welcher Willensimpulse *abnorm stark* innervirt werden sollen. Doch besteht ein Widerspruch, wie wir sehen werden thatsächlich nur zum Schein.

Beschäftigen wir uns zuerst mit den äusserlich wahrnehmbaren Modalitäten einer normalen willkürlichen Bewegung, und benutzen wir dazu das eben angeführte Beispiel der Beugung des Vorderarms gegen den Oberarm. Es muss hier zunächst der Ansicht entgegengetreten werden, als ob bei Vollzug dieses Willensactes nur die Beuger innervirt würden. Dies wäre im Gegentheil *abnorm*, und würde eine *abnorme Bewegung* hervorbringen. Bei der Beugung werden nicht nur Strecker mit innervirt, sondern gleichzeitig noch eine Menge anderer Muskeln, die für die genannte Bewegung erst die Vorbedingung zu schaffen haben.

Soll der Vorderarm in irgend einer Weise gegen den Oberarm bewegt werden, so ist dazu einmal erforderlich, dass der Letztere

---

1) *Nothnagel*, Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. Bd. III. H. 1, S. 214—18, publicirt einen ähnlichen Fall,

durch Schulter- und Brustmuskeln im Schultergelenke in einer gewissen Stellung fixirt werde. Jene scheinbar so einfache Bewegung ist ohne den genannten gleichzeitigen, unbewussten Willensact durchaus unmöglich. Selbst wenn man beabsichtigt, den Oberarm am Körper ganz schlaff herunter hängen zu lassen, wozu eine grosse Herrschaft über die eigene Muskulatur gehört, kann man eine gewisse nicht ganz geringe Spannung einzelner Muskeln, die mit der Beugung direct nichts zu thun haben, namentlich des Delta und des Pector. major gar nicht vermeiden. Die Beugung selbst ist dann wieder eine höchst complicirte Verrichtung aller Muskeln des Oberarms und des Supin. longus auf die wir nur mit Rücksicht auf die Rolle des Triceps etwas näher eingehen wollen. — Die Action des Triceps beginnt in demselben Augenblicke, wo die Beuger zu spielen anfangen, und sie besteht darin, dass er aus einem anfänglich stärkeren Contractionszustande in einen schwächeren übergeht, während die Beuger denselben Vorgang in umgekehrter Richtung durchmachen. Durch ein derartiges Zusammenwirken einer Menge von Muskeln gewinnen unsere Bewegungen überhaupt den Charakter des „Associirten." Damit sie ihn bewahren, ist die ungestörte Function jedes einzelnen betheiligten Muskels nöthig. Fällt ein Einziger aus oder wird er falsch innervirt, so ist die Harmonie gestört, nicht nur bei der Function, die man ihm wohl zuschreibt, sondern bei allen Bewegungen des Gliedes.

Es giebt zwei Gelegenheiten bei denen man die Wahrheit des Gesagten mit Leichtigkeit studiren kann. Die Eine bereits früher, namentlich von Duchenne viel benutzte, besteht in der Beobachtung von Lähmungen. Die andere, meines Wissens nach nicht verwerthete, bietet das nach Resection des Ellenbogengelenks manchmal zurückbleibende Schlottergelenk. Hier kann man die nun noch wichtiger gewordene Rolle des Triceps recht verfolgen. Heisst man einen solchen Kranken den Arm beugen, so sieht man, wie er zuerst die Feststellung des Vorderarms gegen den Oberarm durch eine mächtige Contraction dieses Muskels vornimmt. Sind namentlich an dessen unteren Enden, an seinen mehr weniger von Knochen abgelösten Ansatzpunkten tiefgehende Narben vorhanden, so sieht man diese energisch nach oben gezogen werden. Mit dem Moment, wo die wirkliche Beugung

beginnt, tritt aber ein sanftes Nachlassen des contrahirten Muskels ein, das man an ihm selbst fühlen und an den Narben sehen kann.

Im Princip dasselbe wie bei der eben besprochenen Beugung des Vorderarms gegen den Oberarm ist bei jeder willkürlichen Bewegung der Fall. Man wird mir ein näheres Eingehen darauf jedoch wohl erlassen. Aber mit dem, was man an den Bewegungen eines einzelnen Gliedes studiren kann, ist die Lehre von der synergischen Muskelwirkung bei Weitem nicht erschöpft. Jede denkbare Einzelbewegung eines Gliedes setzt wieder eine bestimmte Allgemeinstellung, ich möchte sagen Fixation des Körpers voraus, um die wir nicht gänzlich herumkommen, und wenn wir uns lang gestreckt auf ein Ruhebett legen. Beim Stehen und Gehen nun vollends giebt es nur wenige Muskeln des ganzen Körpers, die sich nicht in unablässigem Wechsel zwischen Zusammenziehung und Nachlass befänden. Dieses Zusammenwirken der Muskeln ist anatomisch und physiologisch präformirt und zwar derart präformirt, dass der grössere Theil isolirter Muskelwirkungen überhaupt unmöglich ist. Der motorische Theil unseres Gehirnes weiss nichts von Triceps und Biceps, er weiss nur von Beugung etc. unter Winkel x oder Winkel y, wie die Erfahrung ihm das gelehrt hat. Wir müssen also, mögen wir wollen oder nicht, bei jeder intendirten Bewegung eine grössere Summe von centralen Stätten der Muskelbewegung in den Erregungszustand versetzen, wir müssen, mögen wir wollen oder nicht auch denjenigen Muskeln, welche als Antagonisten wirken oder welche erst durch eine geeignete Körperstellung die Vorbedingung für die beabsichtigte Bewegung schaffen, ihr Theil Impulse zukommen lassen.

Die Ausbreitungsgrösse und Art der Impulse über die einzelnen Centralbezirke ist aber von zwei Factoren abhängig, einmal von den jedesmaligen Modalitäten der intendirten Bewegung, d. h. also ob sie mehr den Charakter der Beugung, Streckung, Rotation etc. haben soll, dann jedoch, was uns hier hauptsächlich interessirt, von der Grösse der überhaupt im gegebenen Augenblicke producirten motorischen Willensimpulse.

Wenn ich meinen Arm in die Höhe heben will, so muss ich meinem Körper irgend eine Stellung geben, und dazu eine gewisse Zahl von Muskeln innerviren. Nehme ich aber bei dieser Bewegung

ein Pfund in die Hand, so muss ich nicht nur die Muskeln meines Arms, sondern auch diejenigen, welche meinen Körper in seiner Stellung erhalten sollen, stärker innerviren und wenn ich 10 Pfund nehme, so wird die Grösse der für den gleichen Nutzeffect erforderlichen Arbeit in dem ganzen arbeitenden Gebiete nach dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft proportional anwachsen. Wächst die geforderte Arbeit zu einer sehr bedeutenden Grösse an, so scheint der Erregungszustand im Centralsystem sich auch in der Norm auf grössere Gebiete zu verbreiten, derart dass beim Heben einer schweren Last kaum ein Muskel des ganzen Körpers in Ruhe bleibt. Selbst die Kiefer werden dann mit Gewalt zusammengepresst obwohl diese Theile mit dem Heben einer Last direct gar nichts zu thun haben. Sehr viel leichter und eleganter lassen sich diese Verhältnisse wiederum an Kranken studiren, doch wollen wir unter Verweisung auf das oben bereits Angeführte darauf hier nicht weiter eingehen. Im Allgemeinen sehen wir also bei der vom Centrum herstammenden willkürlichen Innervation ein durchaus ähnliches Gesetz walten, als bei der von der Peripherie aus erregten unwillkürlichen — der Reflexinnervation. Auch bei dieser breitet sich unter zunehmender Intensität der (peripheren) Reize der centrale Erregungsvorgang nach gewissen Gesetzen auf grössere und grössere Gruppen von Muskeln aus.

Allen diesen physiologisch präformirten Bewegungserscheinungen liegen auch präformirte anatomische Einrichtungen im Hirnstamm und Rückenmark zu Grunde, wie uns das die Anatomie selbst, hauptsächlich aber die Experimentalphysiologie zur Genüge gelehrt hat. Wenn Flourens Vögeln das ganze Grosshirn genommen hatte, so waren dieselben auf äussere Reize noch zu so complicirten Bewegungen befähigt, als der Gang und das Fliegen sind. Es geht daraus unbestreitbar hervor, dass bei jenen Thieren abwärts vom Grosshirn noch Apparate bestehen, welche das Zustandekommen associirter Bewegungen auch bei Ausfall des Grosshirns vermitteln, diesen Bewegungen eine gewisse Unabhängigkeit vom Willen verleihen.

Freilich kann man die am Central-Nervensystem von Thieren gewonnenen Resultate nicht schablonenmässig auf den Menschen über-

tragen. Denn offenbar gehen beim Thier vielerlei Bewegungs- und scheinbare Willensacte mehr zwangsmässig und mehr nach dem Schema der Reflexe vor sich als beim Menschen. Schon in dem grossen Werk von Longet, dieser Fundgrube unserer Kenntnisse der Functionen des Nervensystems finden wir dies erkannt. Longet macht darauf aufmerksam, wie ungemein verschieden die Zerstörung der Hirnlappen auf die Bewegungen der Thiere wirkt, je nachdem sie mehr oder weniger vollkommen organisirt sind. Je vollkommener ein Thier organisirt ist, ja selbst je mehr durch Heranwachsen der Einfluss von Vorstellungen auf die Bewegung zugenommen hat, um so deutlicher wird der Einfluss von Zerstörungen innerhalb jener Organgruppen auf die sogenannte willkürliche Muskulatur. Aber gerade das vergleichend physiologische Studium lehrt uns, dass principielle Verschiedenheiten in der Organisation dieser Mechanismen nicht bestehen, sondern dass nur jede Species entsprechend ihrer grösseren allgemeinen Entwicklung auch nach dieser Richtung hin verfeinerte Apparate besitzt. Es ist also hiernach in hohem Grade wahrscheinlich, dass diese Apparate beim Menschen noch weiter entwickelt und aus der Sphäre der Reflexe in die der Vorstellungen und Willensacte gerückt sind.

Die Zeit ist noch nicht gekommen zu entscheiden, wie viele Stationen der Centralorgane zu dieser innigen Verbindung der Muskelinnervation beitragen. Indessen haben wir aus der Untersuchung der Reflexe bei Paraplegieen doch den directen Beweis gewonnen, dass beim Menschen ebenfalls gemeinsame Bewegungen der Glieder bei gänzlichen Ausschluss des Willens auch im Rückenmarke entstehen, dass beim Menschen ebenfalls bis in das Rückenmark hinab die innigste Verbindung der motorischen Centralapparate unter einander besteht. Andererseits haben unsere und Nothnagels Lähmungsversuche am Grosshirn des Hundes und Kaninchens bewiesen, dass schon bei diesen Thieren die Coordination der willkürlichen Bewegungen mit der Integrität gewisser Rindenbezirke des Grosshirns zusammenhängt. Nach Zerstörung ganz kleiner Mengen Rindensubstanz konnten die Versuchsthiere zwar noch das von dort aus innervirte Bein bewegen, aber die Bewegungen hatten das Geordnete der gesunden Seite verloren und glichen den Bewegungen Tabischer. Wir dürfen in Folge der für die willkürliche Bewegung grösseren Wichtigkeit des

Gehirns beim Menschen wohl annehmen, dass eine gleiche, dem menschlichen Gehirne zugefügte Läsion bei Weitem schwerere aber im Princip doch ähnliche Erscheinungen auslöst. In der That ist das der Fall. Denn bei Zerstörungen so wichtiger Theile innerhalb der motorischen Organe des menschlichen Gehirnes ist die eigentliche Lähmung eine viel erheblichere und andauerndere als beim Hunde, wo selbst grosse Zerstörungen, wenn das Thier sie überlebt, sich ausgleichen. Aber im Princip sehen wir wieder die Aehnlichkeit in der Art der Bewegungsstörung. Sowohl bei dem Experiment als während einer gewissen Krankheitsperiode der Hemiplegischen besteht die Motilitätsstörung wesentlich in abnormer Vertheilung der motorischen Impulse. Der Hund setzt sein Bein anders als er sonst that, der Mensch innervirt seine Muskeln anders als er will.

Ich meine diese beiden Zustände lassen sich ihrer physiologisch-pathologischen Bedeutung nach wohl vergleichen, wenn auch beim Menschen häufiger Leitungsbahnen als Centren von der Function ausgeschlossen werden. Denn es ist wahrscheinlich für die willkürliche Bewegung gleichgültig ob ein Centrum überhaupt nicht mehr existirt, oder ob nur seine Verbindung mit der Peripherie abgeschnitten ist.

Führen wir die soeben zusammengestellten Thatsachen auf einen gemeinsamen Werth zurück, so ergiebt sich folgende Lehre. In den abwärts gelegenen Theilen des Centralnervensystems existirt eine Anzahl von Zusammenfassungen der peripheren Nerven, welche bei gewissen Reizen die Möglichkeit zur gemeinschaftlichen Function der Letzteren schafft. Bei weniger hoch organisirten Thieren, bei denen auch die Bewegungen eine weit geringere Mannigfaltigkeit besitzen, genügt es, wenn Reize von der Peripherie aus eindringen, um die wenigen ihnen zu Gebote stehenden Bewegungen auch bei Anwesenheit des Grosshirnes ebenso auszulösen, als wenn das ganze Centralorgan noch vorhanden wäre. Bei Thieren einer höheren Stufe genügt es, dass überhaupt noch Impulse des Grosshirns nach abwärts gelangen, um das ungestörte Fortspielen der Maschine zu ermöglichen.[1])

1) Vgl. hierzu die Versuche von Flourens, der Vögeln den grösseren Theil der Hirnrinde abtrug, ohne dadurch die äusserlich wahrnehmbaren Zeichen ihrer seelischen Functionen zu vernichten.

Sind die Thiere noch höher organisirt, so genügt es nicht mehr, dass irgend welche cerebrale Erregungen einwirken, um normale Bewegungen auszulösen, sondern nun bedarf es der ungeschmälerten Impulse weiterer Zusammenfassungen von Nerven, um die nun auch mannichfaltiger gewordenen Modalitäten der Muskelwirkung in ihrer ganzen Fülle zur Anschauung zu bringen. Aber doch finden wir noch immer die Tendenz der Maschine zu Mitbewegungen. Denn die dem Reize der Vorstellungen entzogenen Glieder werden gleichwohl in Bewegung gesetzt, sobald die anderen gewöhnlich zusammenwirkenden Apparate zu functioniren beginnen. —

Sehen wir nun zunächst zu, welchen Nutzen wir aus der Kenntniss der im Vorstehenden zusammengestellten Thatsachen für die Deutung der uns beschäftigenden Krankheitserscheinungen ziehen können. Wir überzeugten uns, dass ein schlagflüssiger Mensch, den man in eine Lage versetzt, welche an und für sich nur geringe motorische Impulse von ihm verlangt, die Glieder seiner kranken Körperhälfte in einer sich der Norm um Vieles nähernden, übrigens von dem Grade der Restitution des Centralorgans abhängenden Weise bewegen kann. Will derselbe Mensch aber Allgemeinbewegungen des Körpers ausführen, erzeugt er grosse motorische Impulse, so strahlen dieselben mit Heftigkeit, unabhängig von dem Willen in einzelne Bahnen ein, welche bei sehr verschiedenen Impulsen für dasselbe Individuum dieselben bleiben. Von demselben Augenblicke an ist es mit der soeben noch möglichen willkürlichen Innervation ganz oder grösstentheils vorbei.

Dem entsprechend treffen wir auch bei Thieren und bei dem normalen Menschen abwärts vom Grosshirn Vorrichtungen, welche eine gemeinschaftliche Reaction auf cerebrale Reize haben, und unter Verstärkung der motorischen Impulse selbst in der Norm die unwillkürliche Ausbreitung der centralen Erregung gestatten. Man könnte nun annehmen, dass jene Unordnung der Innervation allein durch den Ausfall der Impulse des einen oder des anderen jener Grosshirncentra entsteht. Dann könnte man sich aber nicht wohl erklären, wie die normalere Bewegung bei der Ruhelage zu Stande käme. Man könnte sich auch zu der Ansicht neigen, dass die abnorme Innervation nur durch den Ausfall eines Theiles der motorischen Bahnen für die

eine Muskelgruppe bei gleichzeitiger Integrität der Bahnen für die Antagonisten bedingt sei. Wenn auch sicher ein Theil der motorischen Bahnen dauernd zerstört ist, so haben wir doch für die supponirte Vertheilung der Zerstörung nicht nur keine Anhaltspunkte, sondern es wäre auch mit derselben die sich in der Starre der Contractur ausdrückende Stärke der Reaction auf einen verhältnissmässig geringeren Reiz, und ihre schliessliche Dauer über die willkürliche Bewegung hinaus noch nicht erklärt.

Nehmen wir hingegen an, dass sich während des Ablaufes des Krankheitsprocesses ein Reizzustand irgend einer Art innerhalb einzelner, zur Coordination der Bewegungen bestimmter Abschnitte der Centralorgane entwickelt, durch welchen die zweckmässige Vertheilung der Impulse von dem Augenblicke an, in dem die herabgelangenden Impulse diesen Abschnitt betreten, der Regulirung Seitens des Willens entrückt wird, so lassen sich fast sämmtliche hierher gehörigen Thatsachen bereits erklären. Denn unser Wille vermag erfahrungsgemäss mit abnormen Reizzuständen innerhalb centraler Organisationen nicht zu rechnen, sondern er giebt seine Impulse ohne Rücksicht auf diese stets so ab, als ob alle Bahnen sich in normalem Erregungszustande befänden.

Dass in der That ein Reizzustand existirt, lässt sich auf mancherlei Art nachweisen. Der anatomische Befund könnte herangezogen werden, und wenn ich auch oben meine Bedenken geäussert habe, dass das gewucherte Bindegewebe selbst der Reiz sei, so muss man doch nach analogen Erfahrungen diese Wucherung durch das Vorhandensein eines Reizzustandes deuten. Doch liegt es keineswegs im Bereiche der Unmöglichkeit, dass nur die allmählige und unvollkommene Wiederherstellung cerebralen Einflusses abnorme Erregungszustände setzt, und dass das Zusammenwirken dieser beiden Momente — der Ursache und des von ihr erzeugten Folgezustandes ohne das directe Dazwischentreten der degenerativen Vorgänge das uns beschäftigende Verhalten veranlasst. Ich werde in den folgenden Abhandlungen noch etwas zur Aufklärung beitragen. Für den Augenblick halte ich diese Frage aber für viel zu complicirt, und die Vorbedingungen zu ihrer Lösung für viel zu wenig vorhanden,

um eine bestimmte Ansicht auszusprechen. Es mag vor der Hand genügen, dass wir überhaupt das Vorhandensein eines Reizzustandes nachweisen können. Zu Gunsten dieses Nachweises spricht ferner die Erhöhung der Reflexerregbarkeit. Wenn man wie ich oben bereits anführte, der Haut des gelähmten Armes nur geringe Reize zufügt, oder die Muskeln desselben nur wenig zerrt, so beobachtet man sofort eine Zunahme der Contractur. Wenn man geringe Reflexreize auf die Haut des Beines einwirken lässt, so bewegt sich nicht nur dieses, sondern auch der Arm geräth in unwillkürliche Bewegungen.

Man könnte hieraus ohne Weiteres schliessen wollen, dass der Sitz des Reizes im Rückenmark und damit alles erklärt sei. Indessen lassen sich diese Reizerscheinungen doch weit höher hinauf, selbst bis zum Sitze der psychischen Fähigkeiten verfolgen. Auch beim Recken und Gähnen bewegt sich der kranke Arm, manchmal gemeinschaftlich mit dem gesunden, manchmal ohne ihn. Der kranke Arm bewegt sich ohne den gesunden, wenn plötzliche Erregungen der Seele — Schreck, Zorn, Angst sich in dem Gehirne abspielen; und dies ist Marshall Hall so unerklärlich gewesen, dass er offenbar grösstentheils deshalb seine Lehre von den verschiedenen Principien der Seelenerregung und der Willenskraft neben seiner Vis nervosa aufstellte, ja sogar für die Erstere sich nicht kreuzende Bahnen angenommen wissen wollte. Interessant, wenn auch dunkel ist der Umstand, dass bei dieser Art von Bewegungen, welche nicht auf Willensintentionen sondern auf entferntere Reflexreize und psychische Eindrücke erfolgen, nicht die contracturirten Muskeln, sondern im Gegentheil ihre Antagonisten innervirt zu werden pflegen. Ich möchte mich also über den Ort, wo die fraglichen Innervationsanomalieen beginnen, ebenfalls des definitiven Urtheils enthalten. —

Es würde sich nun fragen, wie die Verlängerung der Contractur über die Dauer des Willensreizes hinaus zu erklären sei. Ich glaube, dass man hierfür Anhaltspunkte in dem Entwicklungsgange der Contractur findet. Im Anfange scheint die Contractur allerdings nicht lange über den Impuls hinaus zu dauern, mit der Zeit aber hält sie immer länger an, bis sie endlich nur durch verhältnissmässig lange Ruhe gelöst wird. Vielleicht mag auch ein Zeitpunkt eintreten, zu dem sie überhaupt permanent wird. In gleichem Verhältniss wie die

Dauer nimmt aber auch die Intensität der Contractur zu. Man darf unter diesen Umständen wohl die Vermuthung äussern, dass dem eine allmählige Zunahme der Reizung der betreffenden morphologischen Elemente zu Grunde liegt, durch die sie befähigt werden, die ihnen gewordenen Erregungen länger und länger über die gewöhnliche Dauer hinaus festzuhalten. —

Mit dem Umstande in Verbindung, dass auf Centralläsionen der Thiere nie Contracturen folgen muss die von allen Autoren einhellig gemachte Beobachtung besprochen werden, dass die obere Extremität fast ausnahmslos am Heftigsten, die untere Extremität weniger, der Rumpf aber niemals von der Contractur befallen wird. Bouchard[1]) deutet dies durch den in der Nackenzone des Rückenmarks grösseren Reichthum an sich kreuzenden also cerebralen und degenerirenden Fasern. Diese Auffassung erscheint mir nun keineswegs hinreichend gestützt. Bouchard spricht an der. Stelle freilich gar nicht von den Rumpfmuskeln, sondern nur von denen der Arme und Beine. Es würde ihm sonst vielleicht nicht entgangen sein, dass diese nach seiner Theorie von einer Contractur befallen sein müssten, die ihrer Stärke nach zwischen der des Armes und der des Beines liegen müsste. Nun aber findet man dort gar keine Contractur. Ausserdem rührt doch der grössere Reichthum cerebraler, degenerirender Fasern der oberen Rückenmarkspartieen nur daher, dass die für die abwärts gelegenen Körpertheile bestimmten virtuellen Fortsetzungen derselben noch nicht abgegeben sind, also in ihrem centralerem Verlaufe mit degeneriren. Nach dem Gesetze der excentrischen Erscheinung müsste man folglich, wenn Bouchard's Anschauung richtig wäre, durchgehends eine gleiche Intensität der Contractur antreffen, was nicht der Fall ist.

Im ganzen Verlaufe dieser Abhandlung ist es mein Bestreben gewesen, darauf hinzuweisen, wie die Hauptbedingung für das Zustandekommen der Contracturen in unserer von vorn herein auf gemeinschaftliche Bewegungen angelegten Organisation liegt. Ich glaube, dass man hierin auch den Grund für die Verschiedenheit der Intensität zu suchen hat, mit welcher die einzelnen Muskelgruppen befallen

1) A. a. O. p. 294.

werden. Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, dass gleichwie in der Stufenleiter der Thiere die centralen Apparate bei Zunahme der Mannigfaltigkeit in der Muskelleistung mehr und mehr verfeinert, wie immer mehr und mehr Zusammenfassungen der einzelnen Nerven gebildet werden, dass ebenso für die einzelnen Gruppen der menschlichen Muskulatur, je nach den ihnen obliegenden Leistungen eine grössere oder geringere Entwickelung der Uebertragungsapparate stattfindet. Da nun, wie ich hinlänglich bewiesen zu haben hoffe, in diesen die Ursachen für die Mitbewegungen überhaupt liegen, so ist auch anzunehmen, dass in gleichem Verhältniss wie die Wichtigkeit ihrer Rolle in dem Mechanismus der normalen Bewegung, auch ihre Wichtigkeit für das Eintreten abnormer Mitbewegungen wächst. Unsere Rumpf- und Athemmuskeln haben kaum andere Functionen zu erfüllen wie die analogen Muskeln mancher Thiere, — sie werden nie von der Contractur befallen. An die Beine werden schon mehr Ansprüche gestellt, — an ihnen beobachtet man die Contractur bereits ziemlich häufig; und das zu den complicirtesten Verrichtungen bestimmte Glied, die obere Extremität, wird auch am häufigsten und stärksten von diesem Leiden heimgesucht.

Zu den von mir entwickelten Anschauungen stimmt auch der Umstand, dass die Intensität und Ausbreitung der Contractur gleichmässig mit der oben beschriebenen bedingten willkürlichen Innervation zunimmt. Stellt sich irgend ein Erguss im Gehirn ein, so wird eine Zahl von morphologischen Elementen zertrümmert, eine andere Zahl wird aber nur in grösserem oder geringerem Grade mechanisch beleidigt, so dass sie ihre Function nur vorübergehend verliert. Für diese Zeit werden dann allerdings alle dort passirenden Impulse aufgehalten. Mit der eintretenden Resorption stellt sich aber allmählig die Fähigkeit zur Erzeugung oder Leitung der Impulse wieder her, und es beginnt nun vor der Hand eine abnorme Function, die je nach der gesetzten Zerstörung entweder der Norm weichen, oder mit der Zeit immer abnormer werden kann.

VII.

Ueber die Auffassung einiger Anomalieen der Muskelinnervation.[1])

II.

In der vorstehenden Abhandlung habe ich nachgewiesen, dass sich in Folge von Lähmungen, welche centrale Abschnitte des motorischen Apparates betreffen, regelmässig Irritationszustände des Centralorganes herausbilden, die unter der Form abnormer, aber sehr typischer Mitbewegungen — Contracturen in die Erscheinung treten. Ich werde nunmehr zu zeigen suchen, dass auch periphere Lähmungen zwar der Form nach verschiedene aber im Princip ganz ähnliche und wohl charakterisirte Anomalieen der Muskelinnervation herbeizuführen pflegen. Es handelt sich um die nach completen, peripheren Facialislähmungen im Stadium der Wiederherstellung der motorischen Leitung regelmässig eintretenden abnormen Mitbewegungen, sowie um einige andere gleichzeitig erscheinende und weniger bekannte Reizerscheinungen. —

Das Vorhandensein abnormer Mitbewegungen im Gebiete des früher gelähmten Facialis ist freilich längst bekannt, und man findet es bei den meisten genau beobachtenden Autoren erwähnt; jedoch

1) Diese Abhandlung wurde zuerst gedruckt in dem Archive für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. Bd. III. H. 3.

hat man diesem Symptome irgend welche Aufmerksamkeit bisher nicht geschenkt; wie denn auch die neuesten Autoren, welche diese interessanteste Lähmungsform im Uebrigen mit so grosser Sorgfalt beobachteten, davon wenig Notiz genommen haben. Ich halte mich deswegen einer Anführung der Literatur wohl mit Recht für überhoben.

Diese abnormen Mitbewegungen könnten an verschiedenen Stationen der motorischen Bahn ausgelöst werden. Der erste Gedanke wird sich natürlich dem verletzten Nerven oder der direct von ihm abhängigen Muskulatur zuwenden; indessen wäre es doch möglich, dass auch mehr central gelegene Organe die Veranlassung für diese bisher unerklärte Reizerscheinung in sich trügen.

Ich will nun zunächst die bezüglichen Notizen aus einigen Krankengeschichten geben; denke aber im Einverständniss mit dem Leser zu handeln, wenn ich nicht die ganzen, grösstentheils mehrere Bogen umfassenden Journale abdrucke, sondern mich nur auf das unmittelbar auf den fraglichen Punkt Bezügliche beschränke.

1. Beobachtung. Student von 22 Jahren. Complete rechtsseitige, periphere Facialislähmung seit den letzten Tagen des December 1866. Gewöhnlicher Verlauf der Erregbarkeitsveränderungen.

Am 26. II. 1867 (Anfang des 3. Monats) erste Spuren der Motilität. 21. III. (Ende des 3. Monats) erste Spuren von Mitbewegung das rechte Ohr betreffend. Die Mitbewegungen breiten sich dann allmälig aus, und werden bis zum 2. V. 1868, bis 1½ Jahre nach der Läsion verfolgt. Beim Runzeln der Stirn ziehen sich die Heber der Oberlippe, bei Schluss des Auges die Zygomatici, und bei Zusammenpressen der Lippen der Orbicularis palpebrarum mit grosser Intensität zusammen. Die Reizerscheinung beschränkt sich auf die rechte (kranke) Seite. Es besteht schliesslich eine mässige Contractur der gelähmten Muskeln, welche nach dem nächtlichen Schlafe deutlicher ausgesprochen ist.

2. Beobachtung. Mädchen von 33 Jahren. Complete periphere Facialislähmung seit dem 21. XII. 1868. Gewöhnlicher Verlauf der Erregbarkeitsveränderungen.

18. III. 69. (10. Woche). Die ersten Spuren von Motilität in den Muskeln um den Mund.

24. IV. (5. Monat). Beginnende Motilität im Frontalis, gleichzeitig leichte Mitbewegung in den Zygomaticis.

Allmählige Zunahme der Motilität und der Mitbewegungen.

29. VI. (7. Monat.) Mitbewegungen in den Muskeln der unteren Gesichtshälfte bei Innervation der Muskeln der oberen Gesichtshälfte sehr stark. Die Reflexerregbarkeit der Ersteren sehr erhöht, so dass z. B. Annäherung des Fingers an das Auge Bewegungen in den Muskeln um den Mund hervorruft.

3. Beobachtung. Frau von 26 Jahren. Linksseitige, complete, periphere Facialis-Paralyse seit dem 11. VIII. 67. Gewöhnlicher Verlauf der Erregbarkeitsveränderungen.

16. X. (9. Woche.) Spuren von Motilität im Frontalis.

18. X. Die ersten Spuren von Mitbewegungen in den Muskeln um den Mund bei Innervation des Orbicularis palpebrarum und des Frontalis, während die willkürliche Beweglichkeit in den erstgenannten Muskeln noch fehlt, aber in den nächsten Tagen eintritt.

4. Beobachtung. Knabe von 11 Jahren. Complete, linksseitige, periphere, traumatische Facialis-Paralyse seit Mitte Juli 1867. Gewöhnlicher Verlauf der Erregbarkeitsveränderungen.

5. X. Erste Spuren der Motilität im Frontalis.

15. X. (13. Woche.) Erste Mitbewegungen bei kräftiger Innervation des Orbicularis palpebrarum in den Hebern der linken Oberlippe, welche willkürlich erst einige Tage später zum ersten Mal wieder innervirt werden.

29. X. Deutliche Zunahme der Motilität. Bei Innervation des Frontalis schwache, bei Innervation des Orbicularis palpebrarum starke Mitbewegungen in den Muskeln um den Mund; bei Innervation der Letzteren starke Mitbewegungen im Orbicularis palpebrarum.

5. Beobachtung. Oeconom von 22 Jahre. Complete rechtsseitige periphere Facialislähmung seit Anfang August 1869. Spuren von Motilität im Frontalis und Spuren von Mitbewegungen bereits bei der Aufnahme am 1. X. 1869. Die Motilität stellt sich ziemlich schnell und vollständig wieder ein, während die Mitbewegungen nicht sehr intensiv werden und zum Theil durch den Willen unterdrückt werden können. Nur bei sehr kräftiger Innervation des Orbicularis palpebrarum und des Frontalis sind Mitbewegungen in den Muskeln um den Mund nicht ganz zu vermeiden.

Weniger bekannt, ja sogar kaum erwähnt, finde ich das Vorhandensein abnormer Reflexerregbarkeit in dem gleichen Stadium dieser Krankheit. Indessen ist es aufmerksameren Beobachtern doch nicht gänzlich entgangen. So erwähnt Erb[1]) gelegentlich des ersten von ihm angeführten Falles dieser Krankheit, dass 13 Monate nach der Läsion sich ein kurzes blitzähnliches Zucken in den Muskeln, sowohl spontan, als auch in Folge von Hautreizungen gezeigt habe.

---

1) Deutsches Archiv für klinische Medicin. Bd. IV, Heft 5 u. 6. S. 546.

Inzwischen habe ich eine mehr oder weniger beträchtliche Erhöhung der Reflexerregbarkeit in allen jenen Fällen, wo ich darauf achtete, beobachtet.

So finde ich bereits in dem Journale einer 46jährigen Frau, die ich im Jahre 1866 behandelte, dass 9 Monate nach dem Insulte auf die Reizung mit einer Kette von 26 Daniell zwar im Momente des Kettenschlusses selbst keine Zuckungen in der direct gereizten Muskulatur eintraten, dass dieselben aber unmittelbar nachher begannen und dann eine Weile anhielten. Auch bei der Beobachtung 2. habe ich bereits der Reflexe erwähnt. An anderen Kranken habe ich dieselben ausführlicher studirt.

6. Beobachtung. Frau von 27 Jahren. Complete, linksseitige, periphere Facialis-Paralyse seit Ende November 1868. Gewöhnlicher Verlauf der Erregbarkeitsveränderungen.

5. XII. (12—13. Tag.) Ehe noch Spuren von wiederkehrender Motilität vorhanden sind, bei Percussion der linken unteren Gesichtshälfte schwache klonische Zuckungen, aber diese regelmässig im Levator labii superioris der anderen (gesunden) Seite.

8. XII. Auf denselben Reiz Reflexzuckungen auch in den Zygomaticis.

10. XII. Dieselben Reflexzuckungen sind auch von anderen Punkten (Arcus zygomaticus) aus hervorzurufen. Leider blieb die Kranke nach dem 21. XII., ehe noch die Motilität wiedergekehrt war, aus der Behandlung.

7. Beobachtung. Knabe von 15 Jahren. 6. VII. 70. Complete, periphere, linksseitige Facialis-Paralyse seit 2 Jahren. Motilität: Nur eine Spur von Function im Orbicularis palpebrarum; gleichzeitig aber auch eine Spur von Mitbewegung in den Lachmuskeln. Faradische Erregbarkeit im unteren Aste annähernd normal, fehlt ganz im oberen Aste. Mechanische Erregbarkeit überall normal, Galvanische Erregbarkeit fehlt extra- und intramuskulär im Frontalis, Corrugator supercilii und Orbicularis palpebrarum gänzlich; in den Muskeln der unteren Aeste ist sie wesentlich geringer als rechts. Gleich nach der Sitzung beträchtliche Motilität der ganzen unteren Gesichtshälfte.

7. VII. Erhöhte Reflexerregbarkeit auf optische, mechanische und galvanische Reize vom Opticus und vom Trigeminus auf die Kinnmuskeln.

14. VII. Starke Mitbewegungen in den Lachmuskeln bei Innervation des Orbicularis palpebrarum und in letzterem Muskel bei Innervation des Orbicularis oris.

8. Beobachtung. Maurer von 26 Jahren. Complete, periphere, rechtsseitige Facialislähmung seit dem 25. XI. 68. Gewöhnlicher Verlauf der Erregbarkeitsveränderungen.

31. XII. (Ende der 5. Woche.) Bei Percussion des rechten Arcus zygomaticus Zuckung im linken Orbicularis palpebrarum.

23. I. Spuren von Motilität im Frontalis.

27. II. Plötzliche Rückkehr eines Theiles der Motilität der unteren Gesichtshälfte.

8. III. (4 Monat). Spuren von Mitbewegung bei Innervation des Frontalis in den Hebern der Oberlippe, die durch den Willen noch unterdrückt werden können.

16. III. Bei Innervation des Frontalis Mitbewegungen der Muskeln um den Mund, die noch schwach sind, aber nicht mehr unterdrückt werden können.

23. III. Aehnliche Mitbewegungen bei Innervation des Orbicularis palpebrarum. Bei Reizung der Stirnhaut Reflexbewegungen in den Muskeln um den Mund.

18. IV. Starke Mitbewegungen, enorm grosse Reflexerregbarkeit, vom Trigeminus und vom Opticus aus.

9. Beobachtung. Knabe von 10 Jahren. Linksseitige, periphere Facialis-Paralyse durch Fractur der Schädelbasis seit 7 Monaten.

2. X. 71. Parese im ganzen Facialisgebiet; Fehlen der faradischen und mechanischen, Herabsetzung der galvanischen Erregbarkeit. Bei Innervationsversuchen der Muskeln des oberen Astes Mitbewegungen in denen der unteren Aeste. Reflexerregbarkeit stark erhöht, sowohl vom Opticus, als auch vom Trigeminus aus. Die Reize strahlen hauptsächlich in den unteren Ast und Orbicularis palpebrarum ein.

10. Beobachtung. Uhrmacher von 25 Jahren. Periphere, linksseitige Facialis-Parese seit 6 Jahren.

25. II. 69. Paralyse des Frontalis, Parese des Orbicularis palpebrarum. Faradische Erregbarkeit annähernd normal, nur bleibt die Zuckungsgrösse im Frontalis, auch bei starken Strömen, nur gering. Gleich nach der Sitzung ist die Motilität im Frontalis grossentheils wieder da. Bei Innervation des Frontalis und Orbicularis palpebrarum starke Mitbewegungen in den Zygomaticis und den Hebern der Oberlippe. Bei elektrischer Reizung der Haut zucken dieselben Muskeln; nachher dauert dieser Krampf noch eine Weile an.

1. III. Die Reflexerregbarkeit ist jetzt so gross, dass der halbseitige Gesichtsmuskelkrampf schon bei blosser Annäherung des Percussions-Hammers an die Haut beginnt.

11. Beobachtung. Kaufmann von 22 Jahren. Hat bereits vor 5 Jahren an rechtsseitiger Gesichtslähmung gelitten; vor 2 Jahren trat eine Lähmung auf derselben Seite ein, in Folge deren er noch jetzt über Motilitätsstörungen klagt.

25. III. 72: Leichte rechtsseitige Contractur; Uvula etwas nach links, Motilität in allen Muskeln, jedoch unvollständig, wieder vorhanden. Leichte

fibrilläre Zuckungen in den Kinnmuskeln. Faradische Erregbarkeit, was das Zuckungsminimum angeht, rechts nur wenig geringer; was das Zuckungsmaximum angeht, beträchtlich herabgesetzt. Galvanische und mechanische Erregbarkeit gering. Sehr intensive Mitbewegungen in der gewöhnlichen Weise, doch treten auch beim Zusammenpressen der Lippen und bei Innervation der Lachmuskeln leichte Mitbewegungen im Frontalis und bei Innervation der Letzteren auch eine geringe Hebung des unteren Lids ein. Optische Reize wirken wie oben angeführt. Leichte oder stärkere Hautreize, sowie Berührungen der Wimpern führt zu zitternden Contractionen in den Muskeln der unteren Gesichtshälfte, die sich namentlich auf faradische Hautreize zu einem nicht unbedeutenden Krampf steigern, der sich auch auf den Frontalis und den gleichnamigen Muskel der anderen Seite ausdehnt.

Ueberblicken wir nun zuerst dasjenige, was wir rücksichtlich der Mitbewegungen bei diesen Lähmungen gefunden haben. Nach unseren bisherigen Beobachtungen scheint es so, als ob in der Regel die ersten Mitbewegungen etwa gleichzeitig mit der Motilität in den Muskeln der unteren Gesichtshälfte eintreten. Ja, in einigen Fällen (vgl. Beobachtung 3 und 4) traten sogar die ersten Spuren von Mitbewegungen um einige Tage früher als die willkürliche Bewegung ein. Freilich war es nicht in allen Fällen möglich, ihren ersten Anfang zu beobachten, einmal weil die Aufmerksamkeit nicht in allen Fällen genügend darauf gelenkt war, dann aber weil andere schon mit dieser Bewegungsanomalie in die Behandlung traten. Endlich mag sie, je nach den grade obwaltenden besonderen Bedingungen, das eine Mal längere, das andere Mal kürzere Zeit zur Entwickelung nöthig haben.

Von dem Ort und der Art der Läsion des Nerven scheinen die Mitbewegungen gänzlich unabhängig zu sein. Denn ich beobachtete sie nicht nur nach der gewöhnlichen Form rheumatischer Lähmung, sondern auch bei Fällen traumatischer Lähmung in Folge von Fractur der Basis cranii, auch bei einem Falle, dem wahrscheinlich Syphilis zu Grunde lag. Uebrigens wäre es, wie man später sehen wird, von Interesse, zu entscheiden, ob auch solche Läsionen, die den extracraniellen Verlauf des Nerven treffen, zu gleichen Störungen führen.

Die Art, in der diese Mitbewegungen auftreten, und ihre allmählige Ausbreitung ist in allen Fällen gleich und höchst characte-

ristisch. Zuerst bemerkt man bei Innervationsversuchen der oberen Gesichtshälfte eine leichte Verziehung des Mundes. Später wird dieselbe deutlicher, und endlich tritt auch beim Zusammenpressen der Lippen ein nicht beabsichtigter Schluss des kranken Auges ein. Manchmal kommt es auch (s. Beobacht. 11) bei Innervation der unteren Gesichtshälfte zu einer Contraction im Frontalis. Der durch diese Bewegungen erzielte mimische Effect ist bei grösserer Intensität des Phänomens nicht mehr von der Action des einen oder des anderen Muskels allein abhängig sondern entsteht durch das Zusammenwirken mehrerer Muskeln, und giebt dem Gesicht einen höchst fratzenhaften Ausdruck; Letzteres um so mehr, als die andere Gesichtshälfte dabei in Ruhe bleiben kann.

Dieser mimische Ausdruck lässt sich mit denjenigen, welche durch die Affecte erzeugt werden, nur schwer vergleichen. Ich will deswegen lieber versuchen, die bei jeder Muskelinnervation abnormer Weise mit innervirten Muskeln zu benennen. Es ist selbstverständlich, dass durch mehr oder weniger vollständige Wiederherstellung der Leitung in den einzelnen Aesten des Nerven die grössere oder geringere Betheiligung des einen oder anderen Muskels beeinflusst werden kann.

Bei Innervation des Frontalis sowohl, als bei Innervation des Corrugator supercilii contrahiren sich Levator alae nasi labiique sup, Zygomatici und Orbicularis oris. Bei Innervation des Corrugator supercilii tritt dann noch der Triangularis menti mit hinzu. Der Gesammteffect dieser abnormen Innervation ist aber eine Verziehung der ganzen Gesichtshälfte nach Oben, während bei willkürlicher Innervation des Orbicularis palpebrarum dieselben Muskeln, aber nun so mitbewegt werden, dass das Gesicht in die Quere verzogen, der Mundwinkel der kranken Seite also dem Ohre genähert wird. Willkürliche Innervation der Lachmuskeln bringt keine Mitbewegungen hervor, während Zusammenpressen des Mundes wieder eine sehr deutliche Mitbewegung im Orbicularis palpebrarum erzeugt, wodurch dann das Gesicht einen etwas schalkhaften Ausdruck erhält. Auch zwischen der bei Innervation des Frontalis und bei der des Corrugator supercilii eintretenden Verzerrung lässt sich ein deutlicher Unterschied wahrnehmen. Bei der Ersteren haben die Zygomatici immer noch etwas

das Uebergewicht, während bei der Letzteren die Heber der Oberlippe entschieden vorwiegen. —

Die nächste Frage wäre nun, von welchem Organ denn diese Bewegungsanomalie ausgelöst wird. Man könnte vielleicht an das Ganglion geniculi denken, insofern dieses bei einer Anzahl von Lähmungen wahrscheinlich beleidigt wird, und insofern als es ja möglich wäre, dass in einem solchen Ganglion ähnliche Verknüpfungen der Muskelbewegung stattfinden, als in anderen Centralorganen. Indessen haben wir doch gar keine Anhaltspunkte für die letztere Annahme, ausserdem sollte man meinen, dass bei einer Zerstörung eines Organs von solcher Function diese Function nicht stärker werden, sondern im Gegentheil ausfallen müsste. Man würde dann eher zu erwarten haben, dass bei der willkürlichen Innervation die im Normalen vorhandene mimische Mitbewegung entweder ganz ausfiele oder schwerer zu Stande käme. Endlich ist es kaum anzunehmen, dass in allen meinen Beobachtungen, die Läsionen von so verschiedener Natur betreffen, die Leitungsunterbrechung immer in den Bereich jenes Ganglion gefallen sei.

Man könnte auch den übrigen Theil des motorischen Nerven verantwortlich machen wollen: man müsste dann aber mindestens voraussetzen, dass derselbe eine grössere Leitungsfähigkeit als ein normaler Nerv besässe, was nach den zahlreichen vorhandenen Untersuchungen, denen ich ebenso zahlreiche eigene anreihen könnte, wenig wahrscheinlich ist.

Man könnte drittens den Grund im Muskel suchen. Letzterer zeigt allerdings auch in späteren Perioden gebesserter Facialis-Lähmungen gewisse abnorme und wenig bekannte Zustände, die möglicher Weise ihren Grund in gesteigerter Erregbarkeit der Muskelsubstanz selbst haben. Man bemerkt nämlich in den Muskeln fibrilläre und partielle Contractionen, welche auf das Lebhafteste an das gleiche bei progressiver Muskelatrophie vorhandene Phänomen erinnern. Gleichzeitig aber ist die Erregbarkeit gegen mechanische und elektrische Reize auf das Entschiedenste herabgesetzt, während jenes Muskelzittern nach jeder Reizung der sensiblen Nerven — sei es durch Anblasen der Haut, sei es durch mechanische, sei es durch elektrische Reize — auf das Deutlichste verstärkt oder erst hervor-

gerufen wird. Unter diesen Umständen ist es noch sehr zweifelhaft, um nicht zu sagen, unwahrscheinlich, dass in der That der Muskel selbst sich im Zustande gesteigerter Erregbarkeit befinde.[1])

Wie dem nun auch sein mag, und ob man nun den Nerven oder den Muskel zur Erklärung heranziehen will, in jedem Falle wäre erforderlich, dass, wenn auf einen Willensimpuls eine Contraction eintreten soll, dieser Willensimpuls in die betreffende Leitungsbahn gelangt. Auch bei der allergrössesten Steigerung seiner Reizbarkeit wird der Muskel in Ruhe bleiben, wenn diese Bedingung nicht zutrifft. Da nun die abnormen Mitbewegungen vom Centrum her nicht beabsichtigt werden, ja sogar ihre Entstehung durch den Willen so gut wie immer fruchtlos unterdrückt zu werden versucht wird, so muss zwischen dem motorischen Centrum und dem peripheren Nerven irgend wo ein Mechanismus in Unordnung gerathen sein, durch den nun die centralen Impulse in nicht gewollte Bahnen geschleudert werden.

Es findet mit anderen Worten ein ähnliches Verhalten statt, wie bei den hemiplegischen Contracturen; auch dort gelangen, wie ich oben gezeigt habe, die Impulse in nicht beabsichtigte Bahnen hinein. Indessen könnte man einwenden, dass jede Willensinnervation des einen Gesichtsmuskels eine, wenn auch nur schwache Mitinnervation der anderen Gesichtsmuskeln voraussetze, ähnlich wie ich dies bezüglich anderer Muskelgruppen a. a. O. ausgeführt habe. Bei den gewöhnlichen Bewegungen des Gesichtes sind die Grenzen der Mitinnervation, wenn es überhaupt dazu kommt, freilich ganz anders gezogen. Doch könnte man in einer mehr oder weniger künstlichen Beweisführung dafür plädiren, dass der Nutzeffect der Muskelinnervation für gewöhnlich latent bliebe. Dann würden also in der That Impulse in die peripheren Bahnen gelangen, und es würde der Annahme eines Reizzustandes in centralen Organen nicht bedürfen. Gegen eine solche

1) Nach längerer elektrischer Behandlung findet man übrigens neben Besserung dieser Reizerscheinungen erhebliche Zunahme der intramusculären faradischen Contractilität, während die extramusculäre Anspruchsfähigkeit auf spärliche Fasern beschränkt sein kann.

Auffassung ist der Nachweis abnormer Reflexvorgänge allerdings von entscheidender Wichtigkeit. Beschäftigen wir uns nunmehr mit diesen.

Es war die Rede von Reflexcontractionen, welche einmal bei Reizen, die auf den Opticus wirkten und dann bei solchen, die den Trigeminus angingen, zu Stande kamen.

Die durch optische Reize ausgelösten Zusammenziehungen können, obwohl wir sie unter dem Namen der Reflexcontractionen anführten, wie sich bei genauerer Prüfung herausstellt, als solche nicht ohne Weiteres aufgefasst werden. Diese Contractionen werden nämlich von vielen Kranken vollkommen verhindert, und zwar immer dann, wenn das Blinzeln mit den Lidern bei Annäherung eines fremden Körpers unterdrückt werden kann. Bei denselben Kranken treten aber sofort höchst intensive allgemeine Mitbewegungen auf, sobald man die Wimpern — sei es bei offenen oder bei geschlossenen Augen — besonders des unteren Lides leise berührt. Unter diesen Umständen müssen die anfänglich als optische Reflexe imponirenden Contractionen als eine besondere Art von Mitbewegung aufgefasst werden. Auf den optischen Reiz tritt die normale Reflexbewegung des Lidschlusses ein, mit ihr aber zufolge der vorausgesetzten Unordnung in jenem centralen Apparate eine höchst unzweckmässige Bewegung in dem ganzen krankhaft afficirten motorischen Gebiete.

Da diese Thatsachen mir für die Bedeutung der vorliegenden Beobachtungen von grossem Interesse schienen, so habe ich die eben beschriebenen Versuche seit langer Zeit an meinen Kranken unzählige Male wiederholt und habe dabei, den gleichen Zustand der Leitungsfähigkeit in den motorischen Nerven vorausgesetzt, immer das gleiche Resultat gefunden. Kommt es jedoch infolge Leitungsunfähigkeit des Orbicularis palpebrarum auf Berührung der Wimpern noch nicht zum reflectorischen Lidschlusse, so beobachtet man eine andere Reflexbewegung, dann zuckt nämlich der ganze Kopf zurück, — während bei Reizung der anderen Seite nur die normale Reflexbewegung, der Lidschlusse, eintritt. Man braucht diese ungewöhnliche Reflexbewegung freilich nicht als Beweis einer abnormen Reizbarkeit aufzufassen, sondern man kann sie als ein Analogon jenes beim decapitirten Frosche bekannten Vorganges betrachten, insofern als der

Frosch zur Abwehr von Reizen eine ganze Reihe von Motoren nach einander in Bewegung zu setzen vermag.

Das Interesse dieser Thatsache liegt darin, dass hier die Mitbewegung nicht in Folge von Willensimpulsen, sondern als Folge von äusseren Reizen auftritt. Die centrale Bahn für den Willensimpuls kommt also in Wegfall und wir vermögen dadurch den Heerd der Reizung genauer zu localisiren. Bei der Schwierigkeit, der die Analyse aller centralen Vorgänge unterliegt, scheint eine jede solche Thatsache mir von nicht geringer Wichtigkeit zu sein. —

Wenn nun die durch den Opticus vermittelten Bewegungen mehr den Character der Mitbewegung tragen, so lassen sich die bei Reizung des Trigeminus auftretenden Contractionen um so sicherer als reine Reflexe erklären.

Ich habe der Reihe nach bei diesen Kranken alle möglichen Reize versucht, und es giebt keinen einzigen Reiz, von dem einfachen Streichen der Haut mit dem Finger an, bis zur elektrischen Reizung, durch den ich nicht die vielgenannten Muskelgruppen hätte in Bewegung setzen können. Natürlich ist je nach dem Grade der vorhandenen Erregbarkeit in dem einen Falle ein stärkerer, in dem anderen Falle ein geringerer Reiz erforderlich. In einzelnen Fällen wurden die Reflexe sogar auf die andere Seite übertragen (Beobacht. 6 und 8, s. a. Beobacht. 12 und 13). Diese Uebertragungen auf die andere Seite wurden bereits in einer ganz frühen Periode der Lähmung beobachtet, so dass auch dies dafür spricht, dass jener Reizzustand durch den die Mitbewegungen und die abnormen Reflexbewegungen hervorgebracht werden, bereits lange bestehen kann, ehe die ursprünglich verlegte motorische Leitungsbahn wieder geöffnet ist.

Fassen wir alle diese Thatsachen zusammen: das Vorhandensein von Mitbewegungen im Stamme desselben Nerven, deren Auftreten auch bei peripherer Reizung vom Opticus aus, das Vorhandensein von abnormen Reflexbewegungen, die leichte Uebertragbarkeit auf die andere Seite; so ergiebt sich schon hieraus mit der grössten Wahrscheinlichkeit, dass der Sitz der abnormen Reizung in dem eigentlichen Reflexorgane des Facialis sein muss, d. h. in der Medulla oblongata.

Ehe wir nun in unserer Betrachtung weiter gehen, seien hier noch zwei Krankheitsfälle, wenn auch in möglichster Kürze doch etwas ausführlicher angeführt, insofern als sie nicht nur durch ihre Seltenheit ein allgemeineres Interesse beanspruchen können, sondern auch zur Illustrirung der uns beschäftigenden Anomalieen besonders geeignet sind.

12. Beobachtung. Mädchen von 19 Jahren. Erkrankte vor 3 Jahren an completer, linksseitiger Facialis-Lähmung, welche bis auf fehlende Motilität im Frontalis und Contractur des Orbicularis palpebrarum geheilt war, als sie am 6. III. 1869 von Neuem mit Ohrenschmerzen und Lähmung desselben Nerven erkrankte.

Status präsens. 9. III. 1869. Keine Gesichtsverzerrung; nur das linke (kranke) Auge bedeutend kleiner als das rechte. Zunge grade; Uvula mit der Spitze erheblich nach rechts. Motilität fehlt gänzlich im Frontalis, ist höchst unvollkommen in den anderen Gesichtsmuskeln. Mechanische Erregbarkeit fehlt. Galvanische Erregbarkeit intramuskulär äusserst gering; (Kinnmuskeln bei 18 Ell Zuckung, in den anderen Muskeln bei 20 Ell keine Zuckung). Faradische Erregbarkeit intra- und extramuskulär, namentlich im oberen Aste, beträchtlich herabgesetzt.

10. III. Faradische Contractilität noch geringer.

11. III. Faradische Erregbarkeit mit Ausnahme einiger Spuren im Corrugator supercilii und einzelnen Bündeln des Qudratus menti gänzlich verloren. Motilität spurweise in den genannten Muskeln, fehlt sonst.

3. IV. (Leichtes Oedem des Gesichts und zunehmende Empfindlichkeit, sowie Ansteigen der galvanischen, intramuskulären Erregbarkeit schon seit den ersten Tagen der Behandlung). Jetzt Frontalis, rechts 12, links 8; die anderen Muskeln, rechts 10, links 8. Deutliches Vorwiegen der Anode im Frontalis und der Oberlippe, Vorwiegen der Kathode am Kinn. Mechanische Erregbarkeit sehr gering.

Seit Anfang Mai allmählige Zunahme der Motilität.

25. V. (12. Woche). Motilität sämmtlicher Gesichtsmuskeln, ausgenommen Frontalis fast complet; am meisten bleibt noch zurück Orbicularis palpebrarum. Bei Innervation des Frontalis und Orbicularis palpebrarum Mitbewegungen der Muskeln um den Mund.

10. VI. Inzwischen allmählige Zunahme der Mitbewegungen und auch der Motilität des Frontalis; jetzt treten auch bei Innervation des Orbicularis oris schwache Mitbewegungen im Orbicul. palpebrarum auf. Ueber die mechanische Erregbarkeit der Muskeln lässt sich wegen der enormen Reflexerregbarkeit kein sicheres Urtheil gewinnen. Schon bei Annäherung eines Gegenstandes an die Haut, namentlich der linken, doch auch der rechten Gesichtshälfte, zucken die Muskeln um den Mund; desgleichen bei leichtem Herüberfahren über die Haut. Gleichzeitig spontane fibrilläre Zuckungen.

16. XI. Reflexerregbarkeit noch immer sehr gross. Die Percussion des oberen und des unteren Orbitalrandes, sowie des linken Theiles der Nase

und des Arcus zygomaticus, sowie das oberflächliche Stechen aller dieser Punkte mit Nadeln, sowohl bei offenen als bei geschlossenen Augen löst Zuckungen, ja bei längerer Dauer der Reizung klonische Krämpfe in allen linksseitigen Gesichtsmuskeln, ausgenommen Frontalis, aus. Endlich bleibt ein tonischer Krampf des Quadratus menti für einige Minuten zurück.

2. IV. 70. Klagen über Innervationsstörung der rechten Gesichtshälfte. Nichts nachweisbar, als geringe Schwäche des Orbicularis palpebrarum.

5. IV. Incomplete Lähmung des rechten Facialis, theilweise Erhöhung der faradischen Erregbarkeit. (z. B. Orbic. palpbr., Corrug. supercilii extramusculär 170). Auf der rechten Zungenhälfte süsslicher Geschmack. Galvanische Geschmacksempfindung am vorderen und seitlichen Zungenrande rechts abgestumpft.

Allmähliges Abfallen der faradischen Erregbarkeit.

12. IV. Frontalis unerregbar, die anderen Muskeln zwischen 150 und 120 noch zu erregen. Bei dieser Untersuchung äusserst starke, nicht zu beherrschende Reflexcontractionen in dem linken Facialis.

19. IV. Grosse Empfindlichkeit der rechten Gesichtshälfte; noch keine mechanische Erregbarkeit, faradische Erregbarkeit in den oberen Aesten =0, in den unteren Aesten bei schwachen Strömen in einzelnen Bündeln, bei stärkeren Strömen kein grösserer Reizeffect. Motilität verhält sich ebenso. Galvanische Erregbarkeit: Kinn 6, Oberlippe 8, Frontalis 10; Vorwiegen der Kathode.

21. IV. Spuren mechanischer Erregbarkeit.

27. IV. Seit gestern Nachmittag plötzlich der letzte Rest von Motilität auf der rechten Gesichtshälfte verschwunden. Bei leichter Percussion des rechten Frontalis, weniger der übrigen Gesichtsmuskeln, leichte klonische Krämpfe der Muskeln um den Mund auf der anderen Seite.

29. IV. Rechte Gesichtshälfte ziemlich stark geschwollen, äussert empfindlich. Spuren mechanischer Erregbarkeit im Frontalis. Noch grössere galvanische Erregbarkeit.

5. V. (5. Woche.) Spuren von Motilität im Frontalis, Corrugator und Orbicularis palpebrarum. Mechanische Erregbarkeit zugenommen. Bei der geringsten Reizung der Haut der rechten Gesichtshälfte sehr starke Contractionen auf der linken Seite.

7. V. Mechanische Erregbarkeit sehr bedeutend erhöht. Weiteres Anwachsen der galvanischen Erregbarkeit. Stetes Vorwiegen der Kathode. Kam bald nachher aus der Beobachtung.

Das hauptsächlichste Interesse dieser Beobachtung liegt 1) darin, dass die Kranke drei Lähmungen ihrer zwei Gesichtsnerven davon getragen hat, 2) in der kolossalen Steigerung der Reflexerregbarkeit, die sich eben auch in starker Projection der Reize nach der anderen Seite äusserte. Man kann aus diesem Falle ferner unmittelbar ersehen, dass die Contractur, welche nach peripheren Lähmungen zu-

rückbleibt, in der That im Muskel und nirgends anders ihren Sitz hat. Denn der linke Orbicularis palpebrarum befand sich von der ersten Lähmung her noch in Contractur, und behielt dieselbe bei, obwohl eine complete Leitungsunterbrechung seines motorischen Astes von Neuem eintrat. Ja ich erinnere mich, diese Kranke noch gelegentlich ihrer rechtsseitigen Facialislähmung stets mit der verkleinerten Lidspalte gesehen zu haben. Endlich verliefen die anderweitigen Erregbarkeitsveränderungen innerhalb der zum zweiten Male befallenen Muskulatur in der gewöhnlichen Weise, nur die mechanische Erregbarkeit erfuhr linkerseits nicht die gewöhnliche Steigerung.

13. Beobachtung. Köchin von 42 Jahren. Rheumatische rechtsseitige Facial-Paralyse seit dem 16. IX. 68.

Status präsens 16. X. 68: Complete Paralyse des Facialis, jedoch ohne Betheiligung der Uvula. Faradische Erregbarkeit fehlt gänzlich; (im Corrug. superc. und Frontalis sind einige Fasern gegen den Willen und den faradischen Reiz erregbar geblieben). Galvanische Erregbarkeit beträchtlich erhöht. (Vorwiegen der Kathode.) Fast gänzlicher Verlust der Geschmacks-Empfindungen am rechten Rande und der Spitze der Zunge. Bei jedem kräftigen Innervationsversuche des Frontalis will sie für die Dauer desselben auf der kranken Seite einen tiefen Ton hören. (Mit Resonatoren werden rechts alle Töne schärfer als links gehört. Lucae).

2. XI. (7. Woche.) Spuren von Motilität in der unteren Gesichtshälfte.

20. XI. (9. Woche.) Die Motilität hat inzwischen zugenommen. Faradische Erregbarkeit in sämmtlichen Muskeln spurweise, am grössten im Frontalis, keine im Orbicularis palpebrarum. Beim Klopfen auf den Unterkieferast des Facialis in der Gegend des Angulus mandibulae (zur Untersuchung auf mechanische Erregbarkeit des Nerven) zucken plötzlich zuerst die Muskeln, welche dieser Ast versorgt mehrmals hinter einander; noch während dieser Zuckungen beginnen auch die Zygomatici dasselbe Spiel. Dann fangen zuerst die mimischen Unterkiefermuskeln der anderen Seite an sich zu contrahiren; das Zucken verbreitet sich auf sämmtliche mimische Muskeln der anderen Seite, und zwar derart, dass durch kräftige langsame Contractionen ein ausserordentlich heftiger Krampf im Gebiete des ganzen Facialis entsteht, wie man ihn in so grosser Heftigkeit bei Fällen von reinem Gesichtsmuskelkrampf kaum jemals zu sehen bekommt. Nachdem der Krampf sich beruhigt hatte, wurde der Klopfversuch wiederholt. Nun entstand neben dem Facialiskrampf gleichzeitig ein Krampf in beiden Trigeminis der Art, dass abwechselnd die Kiefer gegen einander gepresst wurden und dann seitliche Bewegungen machten, etwa wie ein kauendes Pferd. Einen sehr eigenthümlichen Anblick gewährte es, dass sich einzelne Bündel der linken Gesichtsmuskeln isolirt mit ganz ausserordentlicher Energie zusammengezogen. Bei einem dritten Versuch bekam die

Kranke eine Art von Schüttelfrost ähnlichem Krampf, wollte aber nebenbei über Kälte oder sonstige abnorme Empfindungen nicht zu klagen haben.

21. XI. Gestern Abend 7½ Uhr ein halbstündiger Anfall von doppelseitigem Krampf des Facialis und Trigeminus. Während desselben fortwährend Gehörsempfindungen auf dem kranken Ohre. Seit heute Morgen unausgesetzt doppelseitiger Facialis- und Trigeminuskrampf, ausserdem häufige Schüttelfrost ähnliche Krämpfe.

Mittags 3 Uhr in der von Gräfe'schen Klinik. Inzwischen waren mehrere Anfälle von Krämpfen, auch in den Extremitäten, jedoch ohne Verlust des Bewusstseins vorhanden gewesen. Der erste Anfall hatte sich auf die Arme beschränkt, beim zweiten waren auch Zuckungen in den Beinen aufgetreten. Zwei solcher Anfälle wurden in der Klinik mit von Gräfe beobachtet. Sie begannen beide im rechten Facialis, breiteten sich sehr schnell über alle Gesichtsmuskeln aus, dann kam es zu schluchzenden Bewegungen, Schüttelfrost, dann begann der rechte Arm bei halb gebeugten Fingern schüttelnde Bewegungen zu machen, endlich traten tonische Streckbewegungen des rechten Beines mit klonischen Dorsalflexionen des rechten Fusses auf. Die krampfhaften Bewegungen der linken Extremitäten waren nur ganz unbedeutend. Während des zweiten Anfalles waren beide Recti inff. in tonischer Contraction. Dabei war die Haut feucht und der erst volle und weiche, nur wenig beschleunigte Puls unzählbar häufig, leer und klein. Verordnung: Vollkommene Ruhe; Kali brom:

1. XII. Hat inzwischen nur wenige kurz dauernde Anfälle und zwar jedes Mal in Folge von Aufstehen, und namentlich von Sprechen gehabt. Dabei waren Krämpfe in den beiden Extremitäten der kranken Seite, und gegen Ende der Anfälle auch in der gesunden Seite vorhanden.

7. XII. Selbst bei vollkommener Ruhe immer noch kleine Anfälle von Krampf, namentlich in den Muskeln des unteren Astes und auch der gesunden Seite vorhanden. Bei Bewegungen auch mit der gesunden Seite werden die Krämpfe stärker. Druck auf die Muskeln der kranken Seite ruft sie in allen Muskeln des Gesichts in grosser Intensität hervor.

14. XII. Heut ist der Krampf auf der kranken Seite stärker.

30. XII. Reflexerregbarkeit immer noch kolossal. Bei plötzlichem Nähern des Fingers an das Auge heftige Gesichtsmuskelkrämpfe, an denen sich auch der linke Rectus inf. bei Reizung links betheiligt, so dass der linke Bulbus unter Schliessungsbewegung des Lides nach Unten gerollt wird, während der rechte grade aus sieht.

Den Rest der Krankengeschichte übergehe ich, indem ich nur noch hinzufüge, dass die Steigerung der Reflexerregbarkeit in allmählig abnehmenden Grade und die abnormen Mitbewegungen noch lange beobachtet wurden, die Motilität stellte sich allmählig wieder ein.

Das Interesse dieser Beobachtung, für die mir Analoga nicht bekannt sind, liegt in der Ausbreitung des Reizzustandes auf benachbarte Innervationsstätten. Nachdem sich zuerst der Facialis der

gereizten (kranken) Seite in Bewegung gesetzt hatte, folgte ihm der Facialis der anderen Seite, dann die Trigemini und so breitete sich der Krampf ziemlich gleichzeitig sowohl nach Vorn als nach Hinten nicht nur auf die willkürlichen Muskeln, sondern sogar auf den Herzmuskel aus. An den Extremitäten waren die Bewegungen auf der kranken Seite unvergleichlich viel stärker als auf der gesunden Seite. Die Krämpfe wurden sowohl durch Willensimpulse als auch Reflexreize, endlich auch durch auf dem Reflexwege producirte indirecte Reize (vom Opticus her) ausgelöst.

Dieser Fall scheint mir sich von den bisher angeführten nur graduell zu unterscheiden. Wir fanden bei jenen zunächst die Tendenz zur Mitbewegung pathologisch angewachsen, dann zeigte sich eine Ausbreitung reflectorischer Reize auf benachbarte Motoren derselben Seite, ja in einzelnen Fällen kam bereits ein Ueberspringen des Reizes auf die andere Seite zur Beobachtung. In diesem Falle wurden nun auch entfernter liegende Motoren mit ergriffen. —

Nach allem Diesem dürfte sich wohl kaum noch ein Zweifel dagegen erheben, dass die geschilderten Bewegungsanomalieen wirklich in der Med. oblong. ihren Sitz haben und auf einen besonderen Reizzustand dieses Organes zurückzuführen sind. Die Frage wäre nur, woher denn dieser Reizzustand kommt? Dass Reizungen sensibler Nerven krampfhafte Zustände verschiedener Art bedingen können, ist bekannt genug, aber dass Lähmungen motorischer Nerven einen gleichen Effect hätten, wusste man bisher nicht. Man ist also zunächst versucht, an die Anastomose des Facialis mit dem Quintus, d. h. an dem Facialis beigemischte sensible oder sensuelle Fasern, zu denken. Ich lasse dahingestellt sein, in wie weit dieser Erklärungsversuch das Richtige träfe. Thatsächlich ist mit Ausnahme der Geschmacksalteration eine Empfindungslähmung bei Facialis-Paralysen nicht zu constatiren, und die sich später einstellende, übrigens sehr verschieden starke Empfindlichkeit der kranken Gesichtshälfte dürfte wohl auf die dann vorhandene Muskelentzündung zu beziehen sein. Man könnte auch diese Letztere verantwortlich machen wollen. Dagegen müsste ich indessen schon Einspruch erheben; denn die Dauer der abnormen Reizzustände erstreckt sich über Jahre hinaus, wenn von der Muskelentzündung längst nichts

mehr wahrzunehmen ist. Weiter, glaube ich, kann man für den Augenblick mit den Sichtungs- und Deutungsversuchen nicht gehen. Es genüge also einstweilen die durch meine Beobachtungen gewonnene und in dieser Form unbestreitbare Thatsache, dass in Folge von Leitungsunterbrechungen eines peripheren mototorisch (-sensuellen?) Nerven, des Facialis, sich ein der weiteren Ausbreitung fähiger, convulsivischer Zustand in seinem Reflexorgane einstellt, und dass dieser Zustand Jahre lang anhalten kann.

In diese abstracte Form gebracht, finden unsere Beobachtungen am Menschen auch sofort ihr Analogon in den Resultaten gewisser Vivisectionen. Durch die Versuche Brown-Séquard's ist es bekannt, dass Durchschneidung des Ischiadicus am Meerschweinchen zur Ausbildung einer echten Epilepsie führt, bei der merkwürdiger Weise eine „epileptogene Zone“ in den Bahnen des Quintus liegt. Einzelne neuere Beobachtungen desselben Forschers nähern diesen Krankheitsvorgang noch mehr dem von mir beschriebenen. Bei einzelnen Thieren trat nämlich die charakterisirte Epilepsie nicht ein, sondern es kam entweder nur zu unvollständigen Anfällen (vgl. Beobacht. 13) oder einfach zu krankhafter Reizung der Reflexthätigkeit. Bei allen diesen Thieren konnte man eine ungewöhnlich schnelle Wiederherstellung der Leitungsunterbrechung nachweisen.[1]) Die Intensität des gesetzten Reizes war also offenbar von der Intensität der gesetzen Leitungsunterbrechung abhängig. Dies erinnert an meine Beobachtung 5, bei der der sonstige Verlauf gleichfalls für eine geringere Intensität der Läsion sprach und auch die Mitbewegungen nur schwach zur Anschauung kamen.

Brown-Séquard ist geneigt die Entstehung der Epilepsie gleich der nach Durchschneidung des Ischiadicus entstehenden Degeneration des Hinterstranges auf einen Reiz zu beziehen, der nach ihm am centralen Ende des durchschnittenen Nerven seinen Sitz haben soll. Die Verbreitung der Degeneration durch Continuität stellt er in Abrede.

Wenn die Sache sich in der That so verhalten sollte, so würde die Anwendung auf die Lähmungen des 7. Paares allerdings sehr

1) S. Archives de Physiologie Bd. III, S. 155 und Bd. IV, S. 118.

einfach sein, ausgenommen immer den schon einmal berührten Umstand, dass im Facialis keine eigentlichen sensiblen Fasern zu verlaufen scheinen. Es ist aber in dieser Beziehung nichts weniger als bewiesen, dass nur sensible Bahnen solche continuirlichen Erregungen nach dem Centrum zu projiciren vermögen. Man kann als aprioristischen Grund gegen eine solche Ansicht das doppelsinnige Leitungsvermögen der Nerven anführen, und auch an casuistischen Belägen für den, der diese Ansicht planmässig bekämpfen wollte, dürfte es nicht fehlen. So erwähnt schon Pflüger einen Fall von John Cooke, bei dem eine Geschwulst in dem Muskelaste zum Semimembranosus tödtliche Epilepsie heraufbeschworen hatte. Ich bin übrigens weit entfernt, weder für die eine noch für die andere Ansicht eintreten zu wollen.

Kommen wir nun noch einmal auf den Ausgangspunkt unserer Untersuchungen zurück, so ergiebt sich als gemeinschaftliches Resultat dieser beiden Abhandlungen, dass Leitungsunterbrechungen sowohl centraler als peripherer Nerven ebensogut beim Menschen als beim Meerschweinchen zu Irritationszuständen gewisser motorischer Abschnitte des Centralnervensystems führen, die ihrerseits wieder je nach Grad und Ort der Läsion, sowie nach den anderweitigen Eigenschaften des Individuums unter höchst verschiedenen Formen in die Erscheinung treten können.

VIII.

Zwei Fälle von anderweitigen Secundärerkrankungen des Nervensystems nach peripheren Verletzungen.

Die in den beiden vorstehenden Abhandlungen angeregten Fragen sind durch die ausgezeichnete, inzwischen erschienene Monographie von Friedreich[1]) „Ueber die progressive Muskelatrophie" in ein neues Stadium getreten. Friedreich hat in diesem Werke die schon vor Jahren von ihm gehegte Ansicht, dass der Symptomencomplex der progressiven Muskelatrophie als eine der Ausbreitung auch auf das centrale Nervensystem fähige, primäre Entzündung der Muskeln zu betrachten sei, mit einem bewundernswerthem Aufwande von Fleiss sowohl der eigenen Forschung, als auch in der Benutzung des literarischen Materiales bis in das kleinste Detail begründet. Ich kann mich zwar bisher nicht gänzlich auf den exclusiven Standpunkt Friedreich's stellen. Es scheint mir nicht ausgeschlossen zu sein, dass die Krankheit nicht ebensowohl den centrifugalen, als den centripetalen Weg beschreiten könne; aber die Thatsache ist wohl, besonders durch Friedreich's eigene Untersuchungen über allen Zweifel erhoben, dass sich chronisch entzündliche Vorgänge von den Muskeln aus bis hoch hinauf in das Centralorgan wirklich verbreiten. Hierin liegen Momente, welche so wesentlich zur Aufklärung der Pathogenese der von mir beschriebenen „Anomalieen der Muskel-

---

1) Ueber progressive Muskelatrophie, über wahre und falsche Muskelhypertrophie. Berlin 1873.

innervation" beitragen, dass ich es für geboten erachte, an dieser Stelle unter Beibringung neuen Materiales auf den Zusammenhang der Erscheinungen hinzuweisen.

Man kann, glaube ich, mit vollem Rechte den allgemeinen Satz aufstellen, dass alle irgend erheblichen Verletzungen des Nervensystems, mögen dieselben nun in centralen Theilen ihren Sitz haben, oder mögen sie irgend eine Partie der peripheren Verästelungen betreffen, das ganze System in Mitleidenschaft ziehen können. Das Nervensystem ist ebensowohl ein auf die regelrechte Function seiner einzelnen Theile angewiesenes Ganzes, als die übrigen Apparate des thierischen Körpers. Hier, wie dort machen sich Localerkrankungen durch weitreichende, secundäre Veränderungen, und sicherlich nach bestimmten Gesetzen geltend. Wenn wir den inneren Zusammenhang der eintretenden Erscheinungen und ihr gelegentliches Ausbleiben innerhalb der Neuropathologie weniger oft und weniger sicher zu erklären vermögen, so beruht dies auf der Multiplicität der mit in die Rechnung tretenden Factoren. Um zu weiter reichenden Erklärungen zu gelangen, wird man am besten als ein nächstes Ziel die Aufklärung des Zusammenhanges verwandter Affectionen erstreben.

In diesem Sinne theile ich nachstehend zwei jüngst von mir beobachtete Krankheitsfälle mit, welche mir als Bindeglieder zwischen mehreren Formen von Secundärerkrankungen nach peripheren Läsionen, besonders interessant erscheinen.

Bajonettstich durch den Oberschenkel, anhaltende Schmerzen in der Narbe, Epilepsie, Excision der Narbe, langsames Verschwinden der Epilepsie, fortbestehende Schmerzen und halbseitige Zuckungen, Entwickelung choreatischer Bewegungen.

Der 50 Jahr alte pensionirte Schutzmann Michel erhielt im Jahre 1848 einen Bajonettstich durch den rechten Oberschenkel. Seit dem Jahre 1849 wurde er unaufhörlich durch stechende Empfindungen in der Gegend der Narbe, sowie durch Kribbeln im Oberschenkel belästigt. Im Jahre 1862 hatte er zum ersten Male einen Anfall von Krämpfen mit Verlust des Bewusstseins, bei dem sich nach der Angabe eines beobachtenden Arztes nur die rechte Hälfte des Gesichtes und des Rumpfes, die ulnare Hälfte der rechten Oberextremität und die rechte Unterextremität betheiligt

haben soll. Jeder Anfall wurde durch eine im rechten Oberschenkel beginnende, in den Arm aufsteigende, sich neben die rechte Thoraxhälfte und endlich die rechte Kopfhälfte verbreitende Aura eingeleitet. Manchmal Zungenbeissen, aber niemals Krämpfe der linken Seite. Derartige Anfälle traten seit jener Zeit etwa alle acht Tage ein, so dass ihm im Jahre 1864 die Excision der Einstichstelle durch von Langenbeck gemacht wurde. Die Krampfanfälle wurden danach zunächst zwar nicht seltner, indessen wurden die Pausen zwischen denselben doch seit dem Jahre 1867 immer grösser bis er endlich seit dem April 1873 von diesen epileptiformen Anfällen ganz verschont blieb. Hingegen leidet er bereits seit dem ersten Anfalle an zuckenden Bewegungen der rechten Seite, welche sowohl das Gesicht als die Extremitäten und den Rumpf betreffen, sowie an durchschiessenden schmerzhaften Empfindungen in der rechten Schläfengegend. Im Winter 1870 zu 71 begann er von heftigen rheumatoiden Anfällen in den unteren Extremitäten gequält zu werden, wegen deren er im darauffolgenden Herbste sechs warme Bäder nahm. Diesen schreibt er eine erhebliche Verschlimmerung seines Zustandes zu. Die Schmerzen seien alsbald so heftig geworden, dass er wegen derselben bis zum August dauernd bettlägerig war. Seit dem Frühjahr 1871 traten allmählig stärker werdende unzweckmässige Mitbewegungen, welche er von den oben angeführten Rucken unterscheidet, sowie eine ebenfalls allmählig zunehmende Schwäche der gesammten Muskulatur ein. Seit dem Winter 1872 zu 73 wurde ihm die Sprache schwerer, es begann sich Speichelfluss einzustellen, auch wurde ihm das Schnäuzen der Nase, wie er behauptet aus Mangel an Exspirationskraft beschwerlich. Hereditäres stellt er in Abrede.

Status praesens. 23. Oktober 1873. Grosser, kräftig gebauter Mann mit ziemlich gut conservirtem Haupthaar, nur auf dem Scheitel 2 Thaler grosser Haardefect, etwas herabhängende Mundwinkel. Während er ruhig sitzt nur gelegentlich einige Rucke in verschiedenen Muskeln des Rumpfes und der Extremitäten; sobald er aber zu sprechen versucht, steht oder geht, erscheinen choreaartige Bewegungen in den Muskeln des Stammes, des Gesichtes und der Extremitäten; der Gang ist steifbeinig, schleppend, gelegentlich durch eine Einwärtsdrehung im Hüftgelenke gestört. Er vermag alle geforderten Bewegungen, wenn auch unter Eintritt unzweckmässiger Mitbewegungen auszuführen. Insbesondere innervirt er auch die rechte, in der Ruhe etwas schlaffere Gesichtshälfte ebenso stark als die linke, jedoch vermag er nicht zu pfeifen, und der Speichel fliesst ihm immerwährend, besonders aus dem rechten Mundwinkel. Die grobe Kraft in den unteren Extremitäten ist nicht unbedeutend, nur die Hüftbeugung geschieht rechterseits mit sehr geringer Energie. An anderen Beobachtungstagen beugt er jedoch rechts kräftig und sogar kräftiger als links. Weit mehr geschwächt sind die Bewegungen der oberen Extremitäten, obwohl auch hier noch die entwickelte Kraft über Erwarten gross ist. Bei diesen Impulsen kommt es schon leicht zu Mitbewegungen. Weit characteristischer ist das Bild bei Sprechversuchen. Wird eine Antwort verlangt, so sitzt der Kranke einige Momente steif, plötzlich erfolgt eine motorische Explosion mit Verdrehung des

Kopfes auch wohl der Arme und dabei stösst er die Worte mühsam, etwas eintönig, zerhackt, nicht aber scandirend heraus. Es folgen drei, vier Worte schnell auf einander, dann kommt eine Pause, einzelne Silben, endlich wieder stossweise Worte. Die Eigenthümlichkeit der Sprache wird durch das Verhalten der Zunge nicht erklärt. Diese weicht mit der Spitze kaum wahrnehmbar nach rechts ab und wird nicht erheblich unsicher gehalten; die Uvula ist grade, das Velum aber hebt sich bei der Phonation unter Zittern. Pupillen von mittlerer Weite, guter Reaction, kein Nystagmus, weder jetzt noch früher Doppeltsehen. Steht bei geschlossenen Füssen und Augen nicht unsicherer als bei offenen Augen. Kein Schwindel.

Die Sensibilität ist im Allgemeinen intact mit Ausnahme einer runden Stelle von 14 Cm. Durchmesser, welche an ihrer unteren und äusseren Peripherie die sternförmige Narbe der Excisionswunde trägt. Jene befindet sich auf der Aussenfläche des Oberschenkels 30 Cm. unterhalb des Trochanter major, ist von weisser Farbe, etwa thalergross, kaum adhärent; die Ausstichstelle an der Innenfläche 28 Cm. unterhalb der Symphyse. Beide Narben sind auf Druck nicht empfindlich. Die Sensibilitätsstörung der erwähnten Stelle äussert sich darin, dass leise Berührungen nicht, Nadelstiche hingegen übermässig stark, insbesondere auch stärker als an den umgebenden Hautpartieen, sowie der correspondirenden Stelle des änderen Beines empfunden und mit heftigen Reflexbewegungen beantwortet werden. Die abnorme Reflexerregbarkeit äussert sich auch in der Art, dass er eine Stunde nach einer Galvanisirung am Beine von einer lange anhaltenden metallischen Geschmacksempfindung heimgesucht wurde, welche er sofort identificirte, als ihm zu diesem Zwecke die Elektroden auf die Zunge applicirt wurden.[1]) Ueber die Sinnesorgane hat er nicht zu klagen. Der Urin ist sauer, frei von Zucker und Eiweiss, specifisches Gewicht 1030—35.

Die Behandlung, welche in Galvanisirung besonders des rechten Beines, später auch der Wirbelsäule bestand, brachte schon während der Anwendung der ersten Methode, und zwar innerhalb 5 Sitzungen eine immerhin bemerkenswerthe Besserung hervor. Der Speichelfluss hatte am 3. 11. aufgehört, er konnte wieder pfeifen und legte einen Weg in 20 Minuten zurück, zu dem er vor der Behandlung 1½ Stunden gebraucht hatte. Ich bemerke jedoch, dass die noch monatelang fortgesetzte Elektrisirung, sowie die Verabreichung des Jodkalium keine weiteren Erfolge als die Beseitigung einiger neuauftretender Beschwerden aufzuweisen hatte.

Am 19. November nämlich habe er auf dem rechten Arme geschlafen und danach seien klonische Ulnariskrämpfe, Parästhesieen im Ulnargebiet, später auch Sensationen in der rechten Kopfhälfte eingetreten. Objectiv nachweisbar war hingegen nichts.

---

1) Aehnliche spät eintretende Irradiationen auf die Geschmacksnerven sind mir, wenn auch selten, so doch mehrmals begegnet. Namentlich werthvoll waren mir die Angaben eines an Schreibekrampf leidenden Pfarrers, der wegen Empfindlichkeit des Ulnaris am Ellenbogen galvanisirt worden war. Dieser ruhige, den Eindruck grösster Glaubwürdigkeit machende Mann erzählte

Zerreissung des Nervus ulnaris, secundäre rheumatoide Schmerzen, Paralysis agitans, epileptoide Anfälle.

Der 24 Jahr alte Arbeiter Kaulfuss, welcher mit Ausnahme eines im Jahre 1867 ohne Folgen überstandenen Typhus stets gesund gewesen, und aus einer von Nerven- und Geisteskrankheiten freien Familie stammen will, wurde am 15. April 1872 durch eine Kreissäge am linken Vorderarme schwer verletzt. Die Wunde drang bis auf den Knochen, es erfolgte eine anderthalb Tage dauernde, indessen nicht massenhafte und dann durch Compression gestillte Blutung. Die Wundheilung ging im Laufe eines Vierteljahres vor sich, ohne dass andere Zwischenfälle als eine starke Schwellung der Hand und des Vorderarmes, jedoch keine Eitersenkung eintrat. Seit der Verletzung bestand aber eine theilweise Lähmung der Finger der linken Hand, insbesondere des vierten und fünften, welche sich auch heute noch nicht verloren hat.

Nach der Entlassung aus dem Krankenhause bekam P. gewöhnlich bei Witterungswechsel heftige reissende Schmerzen, die von den Narben nach den gelähmten Fingern hin ausstrahlten und auch jetzt noch auftreten. Etwa 6 Monate nach der Verwundung begann er wieder zu arbeiten, und bemerkte etwa 3 Monate später, dass sein linker Arm stärker und stärker zu zittern anfing. Im Laufe der Zeit (etwa 1¼ Jahr nach der Verwundung) seien gleichzeitig die rechte obere und beide unteren Extremitäten von einem ähnlichen Zittern befallen worden, während schon etwas früher zeitweilige reissende Schmerzen, besonders in den Knieen und zwischen den Schulterblättern erschienen, ausserdem will er an leichter Ermüdbarkeit, hingegen an anderweitigen hierhergehörigen Symptomen nicht leiden.

Status praesens. 19. Februar 1874. An der Grenze des unteren Viertels der ulnaren Seite des linken Vorderarmes, halb auf der Streck-, halb auf der Beugeseite eine querverlaufende 6½ Cm. lange eingezogene, dem Knochen adhärente, auf Druck nicht empfindliche Narbe. Der vierte und fünfte Finger krallenartig eingeschlagen, stehen in den Metacarpo-phalangeal-Gelenken überstreckt, können in den Fingergelenken weder activ noch passiv gestreckt werden, während die Bewegungen in den Metacarpo-phalangeal-Gelenken frei sind. Die Bewegungen der übrigen Interossei fallen insofern aus als Beugung in den Metacarpo-phalangeal-Gelenken bei gleichzeitiger Streckung in den übrigen Gelenken unmöglich ist, während allgemeine Streckung und Abduction des Index, sowie schwache Abduction des Mittelfingers gelingt. Beträchtliche Abmagerung des Kleinfingerballens, sämmtlicher Zwischenknochenräume, besonders des ersten und der Palma; geringe Abmagerung des Daumenballens. Der 5. Finger zeigt abnorme Runzelung, bläulichrothe Färbung der Haut, die Nägel wenig verändert. Die Faradische Erregbarkeit fehlt in sämmtlichen vom Ulnaris allein innervirten Muskeln der

---

spontan, dass er am Nachmittage des Tages, an dem er Vormittags galvanisirt worden war, die galvanische Geschmackssensation empfunden habe.

Hand gänzlich, hingegen treten auf Reizung mit starken Strömen im ersten und zweiten Zwischenknochenraume leichte Abductions-Bewegungen des Index und des Mittelfingers ein.

Anästhesie gegen leise Berührungen und Nadelstiche an der Dorsalfläche des fünften Fingers, der Ulnarseite der dritten Phalanx des vierten Fingers, gegen indifferente Berührungen am ulnaren Rande der Dorsalfläche des Carpus. Ueberall wo im Ulnargebiete Nadelstiche empfunden werden, geschieht es mit heftigen Schmerzensäusserungen und Reflexbewegungen.

Das Zittern zeigt vollständig das Bild der Paralysis agitans, es ist in der absoluten Ruhe gering oder verschwindet ganz; es betrifft beim aufrechten Sitzen nur die Nacken- und Halsmuskeln, wird aber sofort an Intensität und Extensität stärker, sobald irgend welche Bewegungen intendirt werden. Schon wenn der Kranke zu sprechen versucht, beginnt die linke Hand, rhythmisch zitternde Bewegungen; je grösser der geforderte Kraftaufwand wird, um so mehr Gebiete werden befallen Beim Ausstrecken der linken Hand bewegt sich diese selbst und der ganze Arm rhythmisch hin und her, die rechte Extremität zittert gleichzeitig, wenn auch schwächer; an ihr ist besonders der Index und der Daumen befallen. Die unteren Extremitäten zeigen keinen Tremor, sollen aber des Morgens gleich nach dem Aufstehen so stark zittern, dass P. kaum gehen könne. Ich vermag den Charakter der tremorartigen Bewegungen, wie er bei diesem Kranken und bei der Paralysis agitans sonst sich in den oberen Extremitäten zeigt, nicht wohl besser zu vergleichen, als mit denjenigen Bewegungen, die ein Barbier macht, wenn er iu langsamem Tempo Seifenschaum schlägt.

Ob die Rumpfmuskeln zittern, oder nur durch den Tremor der übrigen Körpertheile mit in Bewegung gesetzt werden, ist nicht zu entscheiden.

Die Gesichtsmuskeln zittern in der Ruhe nicht, ebensowenig wie die Kaumuskeln, sobald man den Kranken aber den Mund weit aufreissen lässt, so entstehen die rhytmischen Bewegungen sowohl in den masticatorischen, als auch den Mund umgebenden mimischen Muskeln.

Ausserdem zeigt er einen eigenthümlichen Gesichtsausdruck, welchen man bei Paralysis agitans in der Regel trifft, auffälliges Aufreissen der Augen, wie eine gewisse Starrheit, Leblosigkeit der den Mund umgebenden Muskulatur. Bei jedem Affecte nimmt das Zittern enorm zu, so dass der ganze Körper, wenn der Kranke steht, hin und herbewegt wird. Kein Nystagmus, nur wenn maximale Excursionen nach Oben gefordert werden Insufficienz. Keine Pupillendifferenz. Beide Pupillen verengern sich auf Licht sehr prompt, die rechte zittert dabei aber etwas. Sie verengt sich im ersten Moment ziemlich stark, erweitert sich wieder etwas, verengt sich wieder u. s. w.

Er will schon seit 2 Jahren, wenn er lange auf einen Punkt sieht doppelt sehen, sonst aber nicht(?) Auch bei Anwendung farbigen Glases keine Doppelbilder. Keine Amblyopie. Bei geschlossenen Augen steht er ohne zu Schwanken; keine fibrillären Muskelzuckungen.

Die grobe Kraft ist beim Händedrucke auch rechts erheblich herabgesetzt, etwas weniger, doch gleichfalls hochgradig bei allen anderen Bewe-

gungen der oberen uud unteren Extremitäten, bei der Intentiou kräftigen Händedrucks fühlt man die Ungleichmässigkeit der Innervation durch.

Im Uebrigen lassen sich keine nennenswerthen Anomalieen, insbesondere auch kein continuirlicher Speichelfluss nachweisen. Hingegen will er beim Essen und Sprechen öfters Speichel verlieren. Hier wird dies nie beobachtet.

Die Zunge wird ruhig gehalten; die Sprache ist nicht scandirend, hingegen etwas mühsam, was zum Theil auf die polnische Abstammung des Kranken, zum Theil auf Schüchternheit zu schieben ist. Es bleibt zweifelhaft, ob die Krankheit an dieser Erscheinung einen wesentlichen Antheil hat. Die Wirbelsäule ist nicht empfindlich, ebensowenig der Kopf, hingegen besteht eiue allgemeiue, vielleicht krankhafte, übergrosse Empfindlichkeit gegen elektrische und andere geringen Schmerz erregende Reize. Er hat eine Neigung zu hochgestellten Persouen zu laufen, um deren Unterstützung nachzusuchen.

Am 27. Februar hat er auf dem Heimwege drei als epileptoide zu bezeichnende Anfälle. Er sei plötzlich von Zusammenziehen im Kreuz und Schwindel befallen worden, sei dann nach vorn über auf die Strasse gestürzt und habe nach Aussage der Umstehenden auf etwa 5 Minuten das Bewusstsein verloreu. Von krampfhaften Bewegungen hat er nichts erfahren, auch zeigt die Zunge keine Spuren von Bisswunden.

Diejenigen centralen Secundärerkrankungen des Nervensystems nach peripheren Verletzungen, welche vor der Monographie Friedreich's fast einzig die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt hatten, sind der Tetanus und die Epilepsie. Ob bei dem traumatischen Tetanus auch in denjenigen Fällen, wo gröbere Läsionen bisher nicht nachgewiesen worden, an mehr oder weniger langsames Fortkriechen des Krankheitsprocesses nach dem Centralorgane zu denken sei, das können wir hier billig dahingestellt sein lassen. Vielleicht giebt grade die Arbeit Friedreich's Veranlassung zu neuen und erfolgreicheren Untersuchungen ab. Vor der Hand sind die positiven Befunde, welche neuerdings von Michaud[1]) und früher bereits von Lepelletier, Curling, Froriep und Lockhardt Clarke berichtet wurden, vollkommen geeignet, den Nachweis zu führen, dass ein directes, durch grobe Läsionen erkennbares, centripetales Fortkriechen des Entzündungsprocesses vorkommt.

1) Recherches anatomo-pathologiques sur l'état du système nerveux central et périphérique dans le tetanos traumatique. Arch. de physiol. normale et pathol. No. I. 1872.

Untersuchungen des Rückenmarkes und des ganzen Verlaufes derjenigen peripheren Nerven, welche bei Fällen von traumatischer Epilepsie zu der ursprünglich verletzten Stelle führten, fehlen leider so gut wie ganz. Namentlich bietet die neuere Literatur wenig hierher Gehöriges; dennoch ist es die Frage, ob nicht bei vermehrter Aufmerksamkeit und bei sorgfältiger Verwendung der neueren Untersuchungs-Methoden noch andere Befunde an's Licht kommen würden, als die Neurome und die localen Entzündungen, von denen die ältere Literatur allerdings voll ist.

Die beiden oben mitgetheilten Krankheitsfälle unterscheiden sich nun zwar, der Eine mehr, der Andere weniger von jener sogenannten Reflexepilepsie, aber doch nicht derart, dass sich nicht ein unmittelbarer innerer Zusammenhang herausfinden liesse.

Der Kranke, Michel, hat sogar ursprünglich an eigentlicher Epilepsie gelitten, und erst allmählig stellte sich das noch jetzt vorhandene Bild einer Chorea universalis heraus. Die Zwischenperiode zwischen der ursprünglichen Verletzung und dem Auftreten der nervösen Allgemeinerscheinungen wurde durch Zeichen sensibler Reizung ausgefüllt. Man wird sich die Ursachen des Krankheitsverlaufs derart vorzustellen haben, dass die ursprüngliche Verletzung einmal einen Irritationsheerd an der verletzten Stelle hervorbrachte, von dem aus immer neue Erregungen mehr functioneller Art nach dem Centrum projicirt wurden; zweitens aber eine ascendirende, chronische Neuritis veranlasste, welche zu den, als materielles Substrat der gegenwärtigen Krankheit zu betrachtenden Veränderungen geführt hat.

Durch Excision der Narbe mag die erste Krankheitsursache beseitigt worden sein, wenn auch das Verschwinden der eigentlichen Epilepsie nur allmählig innerhalb einer Reihe von Jahren zu Stande kam. Die gegenwärtig wahrnehmbaren wesentlichen Effecte der vorausgesetzten chronischen Neuritis haben sich freilich sehr langsam entwickelt. Wenn man aber das Fortbestehen sensibler und motorischer Irritationsphänomene und den Nachweis jener anästhetischen Zone berücksichtigt, so wird man dennoch zur Annahme eines ursächlichen Zusammenhanges gedrängt. Besonders wichtig ist der Umstand, dass die gegen leise Berührungen anästhetische, sonst aber hyperästhetische Hautstelle central von der Narbe liegt, und sich

übrigens im Laufe der Jahre nicht verloren hat. Wenn irgend etwas, so dürfte grade dieser Umstand für die Annahme materieller, von hier entspringender Veränderungen in's Gewicht fallen.

Auch der andere Krankheitsfall, der wegen der grösseren Continuität der einzelnen Krankheitsweisen viel beweisender ist, zeigt eine Brücke zur Epilepsie; denn jene plötzlich eintretenden Anfälle von Schwindel und Bewusstlosigkeit werden wohl seit Griesinger's Arbeiten allgemein als epileptoide aufgefasst werden. Auf der anderen Seite ist dies nur ein nebensächlicher Zug des Krankheitsbildes. Dieses erhält seinen eigenthümlichen Charakter durch die zitternden Bewegungen. Beide Krankheitsfälle aber haben neben dieser Beziehung zur Epilepsie sowohl in symptomatischer, als in pathogenetischer Beziehung viel Gemeinschaftliches. Veranlasst wurde die Krankheit bei beiden durch eine Verletzung, welche den Ausbreitungsbezirk gemischter Nerven traf. Hier war es die Haut und die Muskulatur des Oberschenkels, dort der Stamm des Ulnaris. Der Erfolg war beide Mal der, dass die willkürlichen Bewegungen in ihrem gleichmässigen Flusse unterbrochen wurden; hier gradezu durch Mitbewegungen, so dass das klinische Bild der Chorea zu Stande kommt, dort durch Tremor, der ebenfalls unter dem Bilde ausgebreiteter Irradiation an und für sich schwacher Impulse erscheint.

Wenn übrigens Charcot und seine Schule ein sicheres differentiell-diagnostisches Zeichen zwischen Paralysis agitans und der heerdweisen Sklerose darin finden, dass bei dem ersteren Leiden das Zittern continuirlich sei und bei dem anderen nur in Form von Mitbewegungen auftrete, so kann ich dem, abgesehen von dem referirten Falle, auch sonst nicht beistimmen. Es kommen entschieden Fälle, wenigstens längere Stadien von Paralysis agitans vor, bei denen das Zittern ebenso wie bei der Sclérose en plaques nur als Begleiterscheinung der willkürlichen Innervation auftritt.

Ich gebe zu, dass die Vorbringung von Vermuthungen über die centralen Veränderungen, welche bei den uns beschäftigenden Krankheitsfällen entstanden sein mögen, nicht viel fördert. Aller Analogie nach wird es sich wohl ebenfalls um sklerotische Atrophieen handeln. Um so wichtiger scheint mir aber als Resultat der beiden letzten Abhandlungen die klinische Thatsache, wenn sie auch noch nicht

durch den anatomischen Befund zu dem vollen, ihr vielleicht zukommendem Werthe erhoben wird, dass mannichfaltige Formen von centralen, motorischen Reizerscheinungen schleichenden Verlaufes auf periphere Verletzungen folgen können, dass deren Reihe mit dem Tetanus und der Epilepsie bei Weitem nicht abschliesst.

Wenn die abnormen Mitbewegungen eine constante Folge peripherer completer Facialislähmungen, aber eine seltene Folge anderer peripherer Verletzungen sind, so erklärt sich das leicht aus der verschiedenen Länge des Weges den der Krankheitsprocess hier und dort zu durchlaufen hat. Dieser Umstand macht es aber erst recht wahrscheinlich, dass nicht eine rein functionelle Erregung, sondern ein continuirliches Fortkriechen eines chronischen Krankheitsprocesses vorliegt.

IX.

Ueber die beim Galvanisiren des Kopfes entstehenden Störungen der Muskelinnervation und der Vorstellungen vom Verhalten im Raume.[1])

I. Literatur.

Schon den älteren Experimentatoren im Gebiete der galvanischen Elektricität war es bekannt, dass bei Application von einigermassen intensiven Strömen in der Gegend des Kopfes Schwindelempfindungen eintreten können. So erwähnt Augustin[2]) einen einschlägigen Versuch:

„Umwickelt man die Ohren mit Draht, befeuchtet sie mit Salzwasser und „taucht dann die Spitzen jenes Drahtes in die Wassergläser, worin die an „den Extremitäten der Säule befestigten Ketten liegen, so wird einem schwind- „lich und man sieht elektrische Blitze.“

Bereits im Jahre 1827 wurde dieser Gegenstand aber von Purkinje[3]) in einer bei den neueren Autoren leider in Vergessenheit gerathenen Abhandlung ausführlicher behandelt. In dieser Arbeit, von der gleichwohl nur einige Seiten sich mit den galvanischen

---

1) Diese Abhandlung wurde zuerst gedruckt in Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1871, Heft 5 u. 6.

2) Versuch einer vollständigen systematischen Geschichte der galvanischen Elektricität und ihrer medizinischen Anwendung von Dr. F. L. Augustin. Berlin 1803. S. 129.

3) Rust's Magazin für die gesammte Heilkunde etc. Bd. XXIII. Berlin 1827. S. 297.

Schwindelempfindungen beschäftigen, findet sich der grössere Theil des von den Versuchspersonen subjectiv Wahrgenommenen richtig beschrieben.

„Es ist leicht zu vermuthen, dass wenn ein Strom galvanischer Thätig-„keit durch das Gehirn geführt werden könnte, dieser einseitige Reiz auch „die Schwindelbewegungen erregen müsste. Dies gelingt vollkommen, wenn „man die Pole durch beide Ohren leitet. Man fühlt dann den Kopf einge-„nommen und einen allgemeinen schwindelhaften Zustand, dessen Richtung „sich bei näherer Beobachtung als diejenige ausweiset, die wir eben als senk-„recht stehenden Kreis mit nach links und rechts gerichteter Peripherie be-„schrieben haben, dessen Fläche also mit dem Gesichte parallel geht, und der „das Gehirn senkrecht von Oben nach Unten und quer durchschneiden würde. „Die Richtung der Kreisbewegung dieses Schwindels geht aufwärts von der „rechten zur linken Seite, wenn der Kupferpol im rechten Ohre, der Zink-„pol im linken ist, umgekehrt aufwärts von der linken zur rechten, wenn der „Kupferpol ins linke, der Zinkpol ins rechte Ohr eingebracht wird. So oft „die galvanischen Leiter wieder abgezogen werden, tritt jedesmal der Schwindel „in entgegengesetzter Richtung ein und dauert längere oder kürzere Zeit nach, „je nachdem die primäre Einwirkung länger oder kürzer war.“

Von den späteren Forschern äussert sich zunächst Remak[1]) ausführlicher über diese Frage.

„Eine häufige Nebenwirkung bei Strömen, die den Kopf, Hals oder Nacken „treffen ist der Schwindel, der seltener während des stetigen Stromes, als „bei Oeffnung der Kette eintritt und in einem vorübergehenden Wanken des „Kopfes nach der Seite der sich entfernenden Elektrode hin besteht. Nur „selten beobachtete ich Schwindel beim Eintritt des Stromes in die Schläfe. „Da der Schwindel besonders leicht beim Galvanisiren in der Gegend der „nachbenannten Organe entsteht, so scheint es beinah als wenn das obere „Ganglion des N. sympathicus oder das daneben liegende Ganglion des N. „vagus den Grund dieser sonderbaren Erscheinung enthielte. Bei anderen „Personen tritt dieser Schwindel freilich heftiger bei Strömen ein, die den „Proc. mastoid., oder den Nacken bis zum 6. Halswirbel treffen, so dass es „sich dennoch vielleicht um eine Behelligung des kleinen Gehirns handelt, „dessen Verletzung bekanntlich nach Flourens' Entdeckung Drehbewe-„gung hervorruft. Es ist nützlich sich mit diesem Schwindel und den Bedin-„gungen seines Eintritts vertraut zu machen, wenn man auf Kopf und Hals „Ströme anwenden will, obgleich er nur vorübergehend und von keinem blei-„benden Nachtheil ist.“

---

1) Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten. Von Dr. R. Remak. Berlin 1858.

Benedikt[1]) hingegen bringt zum Theil ganz andere, zum Theil abweichende Angaben bei:

„Bei der queren Durchleitung, besonders durch die Zitzenfortsätze muss „man die Vorsicht gebrauchen, zuerst den Zinkpol anzusetzen und zuerst den „Kupferpol wegzunehmen, weil man dadurch sicherer den Schwindel ver- „meidet. — — — Eintretender Schwindel, congestive Zustände mahnen, die „Dauer und Intensität der Application zu verringern, weil man sonst grosse „Beschwerden, selbst eclamptische Anfälle, wie ich es sah, und Haemorrhagia „cerebri hervorrufen kann. — — — Allgemeine Aufregung, Convulsionen, „Muskelspannungen, Schwindel[2]), Schmerzen, Lähmungen, Blutungen ins Ge- „hirn, in die Lunge und in den Mastdarm, hochgradige Metrorrhagie sind „häufige Folgen zu schmerzhafter Ströme. Ausfallen der Zähne und Blind- „heit sind ebenfalls Erscheinungen, die auf zu starke elektrische Reizung im „Gesicht und im Kopfe eintreten können. — — — Alle diese Erscheinungen „sind keine Schreckbilder doctrinärer Phantasie, sondern der Erfahrung ent- „lehnte Thatsachen. — — —“

Brenner[3]) der sich nächst Purkinje offenbar am eingehendsten mit dem Studium dieses Symptoms beschäftigte, hat wiederum theils neue, theils differirende und, wie wir sehen werden, nicht durchgehends richtige Angaben gemacht. Ich führe nachstehend alles Wesentliche aus seiner Darstellung des Sachverhaltes an. Ein vollständiger Abdruck derselben dürfte zu viel Raum einnehmen.

„Der Schwindel ist von den in den Sinnesorganen auftretenden Reiz- „erscheinungen vollkommen unabhängig und besteht in einer Störung des „Gleichgewichtes, welche nicht bloss von den Versuchspersonen gefühlt wird,“ sondern auch durch Schwanken derselben nach der Seite der Anode hin objectiv wahrgenommen werden kann. Kein Schwindel tritt ein, wenn die, beide Elektroden verbindende Linie der Medianebene parallel läuft, am stärksten ist er bei transversaler Galvanisirung. „Das Gefühl — — — besteht in der Empfindung „als sei die Schwere der einen Körperhälfte aufgehoben, und als falle man in Folge dessen nach der anderen Seite.“ Der Schwindel nimmt während des Schlusses der Kette noch allmählig zu. Die Reizmomente von denen er abhängig ist, sind An. S, An. D und KO. Indessen erfordert der Oeffnungsschwindel grössere Stromintensitäten und ist von kürzerer Dauer. Seine Richtung ist die dem Schliessungsschwindel entgegengesetzte. Zwei

1) Elektrotherapie. Von Dr. Moriz Benedikt. Wien 1868. S. 74 f.

2) A. a. O. S. 80 f.

3) Untersuchungen und Beobachtungen auf dem Gebiete der Elektrotherapie von R. Brenner. Leipzig 1868. I. 1. S. 75 ff. und II. S. 30. f.

Anoden auf symmetrische Kopftheile applicirt, Kathode an indifferenter Stelle machen keinen Schwindel, ebenso wenig die Anwendung inducirter Ströme. „Er verliert bei noch so häufig wiederholter Applikation des Stromes niemals „von seiner ursprünglichen Intensität.“

Ich möchte hier gleich bemerken, dass die später nachzuweisende Unvollständigkeit und theilweise Ungenauigkeit der Brenner'schen Angaben offenbar daher rührt, dass er einmal die Purkinje'schen Beobachtungen über die Scheinbewegungen nicht kannte, dann aber von vorgefassten Meinungen über polare Wirkungen ausging. Immerhin zeichnet sich Brenner's Darstellung rücksichtlich ihrer thatsächlichen Richtigkeit vor sämmtlichen neueren, hierher gehörigen Mittheilungen rühmlich aus.

II. Ueber die beim Galvanisiren des Kopfes eintretenden Erscheinungen von Schwindel.

Wenn man galvanische Ströme durch den Kopf oder die ihm benachbarten Theile so leitet, dass der Schädelinhalt durch Stromschleifen getroffen wird, oder wenn man Ströme, die diese Theile durchfliessen, mit einer gewissen Geschwindigkeit vergehen lässt, oder wenn man auch nur einigermassen schnelle, sei es positive, sei es negative Dichtigkeitsschwankungen solcher Ströme herbeiführt, so können dadurch die Vorstellungen der Versuchspersonen von dem Verhalten der Gesichtsobjecte oder von ihrem eigenen Verhalten im Raume in einer bestimmten Weise alterirt werden. Man nennt diese vorübergehende Verwirrung der Vorstellungen Schwindel.

Es ist also irrig, wenn von der einen oder der anderen Seite behauptet wird, dass eine bestimmte Wahl der Einströmungsstellen oder ein bestimmtes Reizmoment — Oeffnung oder Schliessung — zur Hervorbringung dieses Symptomes absolut erforderlich sei. Allerdings disponiren gewisse Methoden unvergleichlich mehr zum Schwindel als andere, doch kann die einfache Annäherung einer der beiden Elektroden an den Kopf oder ihre Entfernung schwindelerregend wirken.

Am Leichtesten entsteht Schwindel, wenn der Strom

von einer Fossa mastoidea[1]) zur anderen geht. Die übrigen um das Ohr gelegenen Stellen verhalten sich ähnlich wie die Fossa mastoidea.

Dieser Umstand lässt sich auf zweierlei Art erklären. An der genannten Stelle liegen die Carot. interna und die Jugul. interna dicht unter der Elektrode. Da nun das Blut unter den menschlichen Geweben das grösste Leitungsvermögen besitzt, so liegt bei dieser Reizmethode am Leichtesten die Möglichkeit vor, mittelst der Aeste jener Gefässe namentlich auch der Sinus, das ganze Gehirn mit Stromschleifen zu überziehen und zu durchziehen. Zweitens ist es möglich, dass in der hinteren Schädelgrube oder in ihrer Nähe solche Organe liegen, deren Elektrisirung Schwindel macht. Wahrscheinlich wirken diese beiden Bedingungen zusammen.

Weniger leicht entsteht Schwindel bei transversaler Galvanisirung durch den Hinterkopf, noch schwerer bei transversaler Galvanisirung durch den Vorderkopf, leichter hingegen als bei diesen letzteren Methoden dann, wenn nur die eine Elektrode sich in der Fossa mastoidea und die andere sich an einem indifferenten Orte befindet, wenn also die directe Strombahn in einem Sagittalschnitte liegt, oder mit einem solchen irgend einen Winkel bildet. Die übrigen Anordnungen, bei denen die directe Strombahn in sagittale Ebenen fällt, begünstigen den Schwindel nicht.

Man kann mit Sicherheit sagen, dass Dichtigkeitsschwankungen derjenigen Stromschleifen, welche durch den Schädel gehen, je nach ihrer Grösse und Geschwindigkeit stärkeren oder weniger starken Schwindel erzeugen. Man kann aber nicht mit Sicherheit sagen, ob die Annäherung der Anode oder der Kathode, die Schliessung oder die Oeffnung eine grössere Wirkung hat. Ich will deswegen lieber den Sachverhalt, wie er durch die Versuchsbedingungen geformt wird, auseinandersetzen. Das allen numerischen Bestimmungen entgegentretende Hinderniss besteht in der absoluten Unmöglichkeit, die Bedingungen je zweier Parallelversuche ganz gleich zu machen; dann in der unverhältnissmässigen Schwierigkeit, die Grösse von bei je zwei Versuchen vorkommenden Veränderungen in den Versuchsbedingungen abzuschätzen oder gar genau zu messen.

1) Unter Fossa mastoidea verstehe ich die Grube, welche sich zwischen der hinteren Fläche des Ohrläppchens und dem Process. mastoid. befindet. Remak hat diesen Namen meines Wissens zuerst angewendet, und ich adoptire ihn um der Kürze willen.

Der wesentlichste, die Grösse der Stromintensität bedingende Factor ist der Hautwiderstand, und dieser ist nicht nur bei verschiedenen Menschen, sondern auch bei demselben Menschen an symmetrischen Körpertheilen so ungleich, dass schon von vorn herein ein fast nicht gut zu machender Fehler in den Versuch eingeführt wird. Kleine Abschilferungen der Oberhaut, irgend eine stärkere Durchfeuchtung derselben und andere Umstände vermögen von einem Tage zum anderen das Verhalten der gleichen Hautstelle gegen den Strom gänzlich zu ändern. Mit der Schliessung der Kette beginnen dann die stets verschiedenen Modificationen des Hautwiderstandes durch ausgeschiedene Ionen und durch Veränderung der Blutzufuhr zu dem benachbarten Gewebe. Endlich kann man die Schwindelempfindungen nicht wie Muskelzuckungen sehen oder ihre Höhe an Curven ablesen, sondern man ist grossentheils auf die subjectiven Angaben von Personen angewiesen, die nun ausserdem noch an zwei auf einander folgenden Tagen eine sehr verschiedene Disposition zum Schwindel mit in den Versuch hineinbringen können. Ungeachtet dessen habe ich versucht, mir für meine Person ein Urtheil über diese Frage durch grosse Vervielfältigung der Versuche zu bilden. Dabei schien es mir, dass die Anoden-Schliessung leichter Schwindel erzeugt, als die Kathoden-Schliessung, und die Anoden-Oeffnung leichter als die Kathoden-Oeffnung. Indessen ist dies mehr ein Eindruck, als eine auf Zahlen begründete Ueberzeugung.

Brenner a. a. O. spricht nicht von der Wirkung der Kathoden-Schliessung und der Anoden-Oeffnung. Wie es scheint, hat er sich von dem Auftreten des Schwindels bei diesen Reizmomenten nicht überzeugt. In dem ersten Theile seines Buches zweifelt Brenner an dem Oeffnungsschwindel im Allgemeinen, verlangt aber mindestens stärkere Ströme für sein Zustandekommen; später hat er sein Vorkommen für die Kathode zugegeben. Da dieser fleissige Forscher offenbar eine Menge Versuche gemacht hat, kann ich mir seinen Irrthum nicht recht erklären; denn wenn man den Dingen nicht näher auf den Grund geht, scheint es sogar, als wenn die Oeffnung der Kette stärkeren Schwindel errege, als die Schliessung der gleichen Batterie. Der Grund hierfür liegt darin, dass, wie soeben erwähnt, während des Galvanisirens der Hautwiderstand all-

mählig sinkt. Die Ordinate der Schliessung ist also nicht nur weniger hoch, sondern der von dem ansteigenden Theile der Curve mit der Abscisse gebildete Winkel ist auch weniger gross als die gleichnamigen Werthe der Oeffnung.

Uebrigens ist es auch keineswegs richtig, dass, wie Brenner angiebt, der Oeffnungsschwindel gleich allen Oeffnungsreizen nur von kurzer Dauer sei. Das mag auf das eine Symptom des objectiv nachweisbaren Schwankens passen. Die Scheinbewegung und besonders die allgemeine Unsicherheit pflegt aber noch kürzere oder längere Zeit anzudauern. Durch tiefe Inspirationen und Riechen von Ammoniak kann man ihrer Herr werden. —

Während der Dauer des constant gewordenen Stromes hält der Schwindel an. Er vermindert sich nur allmählig und zwar, wie sich aus dem Einflusse der Gewöhnung nachweisen lässt, durch Regulirung vom Sensorium aus. Bei einigermassen starken Strömen hört er während der Stromdauer überhaupt nicht ganz auf. Diese letzteren Umstände in Verbindung mit einigen später anzuführenden sind nicht nur von grosser Wichtigkeit für die Deutung der hier vorliegenden Thatsachen, sondern sie reihen auch der Lehre vom Elekrotonus ein neues Capitel an.

Aenderung der Stromrichtung verstärkt alle subjectiv und objectiv wahrnehmbaren Symptome von Schwindel. Inducirte Ströme bringen niemals Schwindel hervor. —

Die bei den Versuchspersonen entstehende Verwirrung der Vorstellungen kann je nach der relativen Stärke des Stromes in verschiedener Art zur Wahrnehmung kommen. Bei relativ schwachen Strömen bemächtigt sich des Sensoriums eine unbestimmte Empfindung von Unsicherheit über das räumliche Verhalten des eigenen Körpers oder der ausserhalb gelegenen Dinge, ohne dass jedoch eine Scheinbewegung von bestimmter Richtung, oder am eigenen Körper reale Bewegungen entständen. Diese Art oder vielmehr dieser Grad des Schwindels wird, ausser während der Dauer ganz schwacher Ströme besonders häufig schon nach Oeffnung einer Kette beobachtet, deren Schluss oder Stromdauer keinen Schwindel erzeugte. Man hört die fraglichen Empfindungen wohl mit dem mir ganz zweckmässig scheinenden Namen „Benommenheit“ bezeichnen.

Bei Anwendung stärkerer Ströme indessen wird das Urtheil über das räumliche Verhalten des Ich zur Aussenwelt in einer bestimmten und gesetzmässigen Weise gefälscht. Es treten nun Scheinbewegungen ein, deren Richtung durch die Wahl der Einströmungsstellen bedingt wird. Das Prototyp dieser Versuche ist die von Purkinje beschriebene Anordnung. Wenn sich die Elektroden in je einem Ohr befinden, so scheinen während der Stromdauer die Gesichtsobjecte wie ein dem Gesichte paralleles, aufrechtes Rad, von der Seite der Anode nach der Seite der Kathode zu kreisen. Im Momente der Oeffnung ändern sie ihre Richtung, so dass nun die Scheinbewegung auf der Seite der Kathode eine aufsteigende und auf der Seite der Anode eine absteigende Richtung hat.

In einzelnen Fällen bereits bei Anwendung von Strömen der gleichen Intensität, immer aber bei Anwendung stärkerer Ströme, beobachtet man einen dritten Grad des Schwindels, es schwankt die Versuchsperson bei der Kettenschliessung mit dem Kopfe oder dem ganzen Körper nach der Seite der Anode und bei der Kettenöffnung nach der Seite der Kathode.

Gleichzeitig aber sind dann die obenerwähnten Scheinbewegungen der Gesichtsobjecte in grosser Deutlichkeit vorhanden, wie denn überhaupt ihre Geschwindigkeit durchaus in gleichem Verhältnisse mit der relativen Stromdichte zunimmt.

Während der Stromdauer kann gleich den übrigen Erscheinungen die seitliche Neigung des Kopfes und Körpers allmählig abnehmen und gänzlich verschwinden; doch pflegt dies bei stärkeren Strömen und mangelnder Gewöhnung nicht vorzukommen. Positive Dichtigkeitsschwankungen haben rücksichtlich der scheinbaren und wirklichen Bewegungen der Art nach den Effect der Schliessung, negative den der Oeffnung.

Die sämmtlichen geschilderten Erscheinungen treten, zwar weniger leicht, aber sonst genau in derselben Weise auf, wenn sich nur eine Elektrode am Kopfe befindet. Die Richtung der Scheinbewegung sowohl als die Richtung der wirklichen Körperbewegung ist bei einer solchen Anordnung so, als wenn die andere Elektrode sich auf der anderen Seite des Kopfes befände.

Es träte der Strom z. B. in der rechten Fossa mastoidea ein und in derselben Fossa supraclavicularis, oder auf der Brust, oder auf dem Rücken aus, so wankt der Kopf nach rechts und die Gegenstände scheinen nach links zu versinken. Ganz denselben Reizeffect beobachtet man aber auch, wenn man den Strom in der linken Fossa supraclavicularis (oder einem beliebigen Orte) ein- und in derselben Fossa mastoidea austreten lässt. Es ist selbstverständlich, dass bei den anderen noch möglichen Abänderungen dieser Anordnung die reale und die Scheinbewegung jede nun nach der entgegengesetzten Seite eintreten muss. Uebrigens ist grade diese Anordnung sehr geeignet, die Ansicht zu erzeugen, dass der Schwindel bei der Oeffnung leichter als bei der Schliessung entsteht. Personen, die dabei Schliessungsschwindel nur unter Benutzung einer sehr starken Kette bekommen, werden vom Oeffnungsschwindel schon bei der halben und einer noch geringeren Elementenzahl befallen.

Die Tabelle I. wird die angeführten Thatsachen noch deutlicher machen. Ich habe in derselben als Typen neben der Methode der queren Durchleitung die Galvanisirung zwischen den Fossae mastoideae und supraclaviculares gewählt. Die Pfeile hat man sich auf das Gesicht der Versuchsperson gezeichnet zu denken.

Von den im Vorstehenden geschilderten Erscheinungen kommen nur unwesentliche Abweichungen vor. Die häufigste Abweichung besteht noch darin, dass sitzende Versuchspersonen keine senkrecht stehende, sondern eine horizontale Schwindelbahn haben. Dann scheinen also die Gegenstände von rechts nach links oder von links nach rechts zu entweichen, ohne gleichzeitig in einer dieser beiden Richtungen zu versinken. Noch bei Weitem seltener und, wie es scheint, nur unter besonderen, später namhaft zu machenden Bedingungen, tritt überhaupt keine Scheinbewegung der Gesichtsobjecte, sondern nur eine nach der Kathoden-Seite gerichtete Scheinbewegung des eigenen Körpers ein. Auch hierbei herrscht die senkrecht rotirende Richtung vor, obwohl die Personen sich doch manchmal in einer horizontalen Ebene fortbewegt glauben. Ich lasse es dahin gestellt sein, ob diese Empfindung bei Personen mit gesunden Augenmuskeln und bei offenen Augen überhaupt vorkommt, und ob sie nicht vielmehr Anomalieen der Innervation oder das Ausfallen der optischen Eindrücke voraussetzt. Wenn sie vorhanden ist, wird sie mit der Empfindung des Carousselfahrens verglichen. —

Die nächste Frage, welche sich nach Kenntnissnahme der angeführten Thatsachen aufgedrängt, ist die, ob das Schwanken des

Körpers nach der einen Seite und die Scheinbewegung der Gesichts-
objecte nach der anderen Seite nicht im Verhältniss von Ursache
und Wirkung zu einander stehen. Es ist bekannt, dass Scheinbewe-
gungen dann entstehen, wenn die Richtung der Gesichtslinie auf an-
derem Wege als dem der normalen Innervation geändert wird. Wenn
man z. B., während man das linke Auge schliesst, mit dem rechten
stark nach Innen blickend, einen Gegenstand fixirt, und nun die Haut
des rechten äusseren Augenwinkels nach Aussen zerrt, so scheint der
fixirte Gegenstand bei jeder Zerrung nach links zu entweichen. Diese
Erscheinung hat ihren Grund darin, dass durch jene Zerrung die
Gesichtslinie etwa in der Richtung des Zuges des äusseren graden
Augenmuskels verschoben wird, ohne dass wir diesen Muskel mit
lem dazu in der Regel verwendeten Willensimpulse versehen hätten,
vährend wir, um unser Gesichtsobject weiter fixiren zu können, den
nternus in der Weise innerviren müssen, als wenn jenes nach
inks bewegt worden wäre. Das Sensorium verlegt deshalb die wirk-
ich stattgehabten Bewegungen nicht in das Auge, sondern in das
etrachtete Object, indem es, lediglich auf seine bis dahin gesam-
nelten Erfahrungen angewiesen, nur nach dem seinerseits wirklich
erbrauchten Augenmuskelimpulse urtheilt. Dieser entspricht aber
ei dem gewählten Beispiele einer Bewegung des Gesichtsobjectes
on rechts nach links.

Wenn nun durch eine unseren Sinnen unbekannte Kraft ohne
ie in der normalen Weise vor sich gehende Mitwirkung unseres
ensoriums der Kopf und mit ihm die Augen nach rechts bewegt
erden, so kann man dies als eine unwesentliche Abänderung des
eben beschriebenen Versuches betrachten. Es würde dann folge-
chtig sein, die nach links gerichtete Scheinbewegung als nothwen-
ige Folge der vorausgesetzten Zwangsbewegung aufzufassen, wenn
it dem Aufhören der Zwangsbewegung auch die Scheinbewegung
r Ende erreichte. Dies ist aber nicht der Fall, sondern das schein-
re Versinken der Gegenstände nach der einen Seite dauert an,
ährend die wirkliche Bewegung bei dem Wanken des Kopfes nur
omentan zu sein braucht. Ja das Zustandekommen der Schein-
wegung bedarf nicht einmal nothwendigerweise einer objectiv wahr-
hmbaren Körperbewegung. Es ist oben schon angeführt worden,

dass Scheinbewegungen bedeutend leichter zu erzeugen sind, als das andere in Rede stehende Symptom.

Unter diesen Umständen ist es zwar möglich, dass in dem Momente des nach der Seite Schwankens uns durch dasselbe eine ebenfalls momentane Bewegung der Gegenstände im Raume nach der anderen Seite vorgetäuscht wird, aber die continuirliche Scheinbewegung kann hierdurch keineswegs erklärt werden.

Uebrigens ist die Production des compensirenden Muskelimpulses keine nothwendige Bedingung für das Eintreten der Scheinbewegung. Denn dieselbe Scheinbewegung entsteht auch jedes Mal, wenn man den rechten Bulbus durch einen plötzlichen kurzen Druck von Innen her nach rechts verschiebt, während man gleichzeitig, ohne zu fixiren, ins Weite blickt. Es würde also in den beiden gewählten Beispielen die auf abnorme Weise vor sich gehende Verschiebung der Gesichtslinie genügen, um eine scheinbare Bewegung des Gesichtsobjectes hervorzubringen. Indessen ist die Sinnestäuschung unter sonst gleichen Verhältnissen immer stärker, wenn compensirende Muskelimpulse mit in Frage kommen. Durch diejenigen Phänomene, welche bei Augenmuskellähmungen und nach anhaltender Betrachtung sich in einer bestimmten Richtung bewegender Gegenstände vorkommen, lässt sich der Beweis hierfür führen. —

Bevor wir nun dieses Capitel schliessen, sei es gestattet, die angewendete Methode einer kurzen Besprechung zu unterziehen. Bei allen Grundversuchen liess ich den Strom in der einen Fossa mastoidea ein- und in der anderen Fossa mastoidea austreten. Dies Verfahren ist bei Weitem weniger umständlich als die Galvanisation durch die Ohren und auch lange nicht so schmerzhaft. Wenn man den Strom durch die Ohren leitet, hat man es wegen der Enge des Gehörganges nothgedrungen immer mit äusserst kleinen Einströmungsstellen zu thun. Die Dichtigkeit des Stromes wird also, bei übrigens gleicher Intensität desselben, in der Regel an den Einströmungsstellen, wenn es die Ohren sind, viel beträchtlicher sein, als bei äusserlicher Anlegung der Leiter. Dies ist um so unangenehmer, als die Nerven des Gehörganges ohnehin schon sehr empfindlich zu sein pflegen. Ausserdem bekommt man bei der Galvanisirung durch die Ohren leicht subjective Gehörsempfindungen. Nun wird von der Versuchsperson Auskunft über ihr durchaus neue, subjective Empfindungen verlangt, welche zudem in einer theilweisen Verwirrung des Urtheils bestehen und deshalb von entschieden beängstigender Natur

sind. Verlangt man also einigermassen zuverlässige Angaben, so muss man von der Versuchsperson alle Eindrücke, durch welche ihre Urtheilsfähigkeit noch weiter beeinträchtigt wird, fern halten, und zu diesen gehört in erster Reihe der Schmerz.

Applicirt man die Elektroden nicht beide in den Fossis mastoideis oder ihrer unmittelbaren Nähe, so ist, die gleiche Elementenzahl vorausgesetzt, der Schmerz zwar manchmal noch unbedeutender; indessen treten die zu studirenden Reizerscheinungen dann um so schwerer ein, so dass man, um das Gleiche zu sehen, der Versuchsperson durch Steigerung der absoluten Stromintensität nun doch wieder mindestens den gleichen Schmerz verursachen muss.

Aus den gleichen Gründen habe ich in allen Fällen die von mir angegebene Modification der unpolarisirbaren Elektroden du Bois-Reymond's angewendet; denn die durch Metallelektroden hervorgebrachte Anätzung der Haut kann einen so erheblichen Schmerz verursachen, dass man zur Unterbrechung des Versuches veranlasst wird.

Die Zahl der zur Hervorbringung der beschriebenen Reizeffecte erforderlichen Elemente variirt je nach Oertlichkeit und Querschnitt der Einströmungsstellen und der Reizbarkeit der Versuchspersonen innerhalb ziemlich breiter Grenzen.

Bei Verwendung einzölliger Elektroden und bei querer Durchleitung des Stromes kann man bei 6 Daniell schon starken Schwindel haben. Gewöhnlich bedarf man einiger Elemente mehr. Vollkommene Durchfeuchtung der Haut und metallische Schliessung und Oeffnung ersparen ceteris paribus immer ein paar Elemente. Eine grosse Rolle spielt die Disposition. Bei Krankheiten ist dieselbe häufig bedeutend gesteigert, ohne dass man aber mit wenigen Worten allgemein gültige Regeln aufstellen könnte. Die meisten Tabes-Kranken z. B. werden ungemein leicht schwindlich, andere wieder sehr schwer.

Die Verwendung unpolarisirbarer Elektroden empfiehlt sich auch aus dem Grunde, weil diese Instrumente das Andrücken des Reizträgers nicht erfordern. Die dadurch bedingte Unterstützung des Kopfes erschwert das Eintreten der Schwindelempfindungen.

Das Herausschleichen aus der Kette durch Anwendung einer graduirten Nebenschliessung vermag andererseits den Eintritt von Oeffnungsschwindel nicht immer gänzlich zu verhüten. —

Es mag am Platze sein, hier meine Ansicht über die von Einigen behauptete Gefährlichkeit des Galvanisirens am Kopfe auszusprechen. Zunächst dürfte wohl die grosse Anzahl von Versuchen, die ich zur Ermittelung der in dieser Abhandlung angeführten Thatsachen an Gesunden und Kranken ohne Nachtheil für dieselben angestellt habe, dafür sprechen, dass die beschriebenen Methoden, wenn überhaupt, nur ausnahmsweise und unter ganz besonderen Bedingungen wirklich gefährlich sein können. Dann möchte ich darauf aufmerksam machen, dass in der Literatur noch kein einziges glaubwürdiges Beispiel existirt, aus dem hervorginge, dass Jemand in der That durch eine solche Methode ernstlich geschädigt worden wäre. Gleichwohl hat man seit dem ersten Bekanntwerden des Galvanismus ohne Scheu die barbarischsten Galvanisationsmethoden am Kopfe vorgenommen.[1]) Ja es lässt sich sogar aus den eigenen Schriften solcher Autoren, die am Meisten gegen das Galvanisiren des Kopfes eifern, mit Leichtigkeit nachweisen, dass sie selbst stärkere Ströme, als die hier in Rede kommenden, ohne Bedenken angewandt haben.

Ich will durchaus nicht in Abrede stellen, dass die unvorsichtige Durchleitung elektrischer Ströme durch den Kopf ebenso gut wie durch jeden anderen Körpertheil vorhandene Krankheitszustände verschlimmern kann, wie denn manche Personen die Elektricität in keiner Form und nach keiner Methode vertragen. Auch gehört die galvanische Reizung des Gehirns durch starke Ströme mit zu den unangenehmsten Elektrisationsmethoden, weniger wegen der Begleiterscheinungen als wegen der dem „Katzenjammer“ ähnlichen Nachwirkungen. Man hat noch längere Zeit nachher die Empfindung dumpfen Druckes, namentlich im Hinterkopfe, Uebelkeit, manchmal auch Schwindelempfindungen. Das beste Mittel dagegen ist der Genuss von Speise und Trank.

Damit ist aber noch nicht das Geringste für eine specifische

---

1) Die älteren Galvanisten, denen das Gesetz von du Bois-Reymond noch nicht bekannt war, glaubten den Strom durch Schütteln der Ketten, welche sie als stromzuführende Leiter benutzten, in Bewegung halten zu müssen. Natürlich reizten sie dadurch das Gehirn mit ungezählten Schliessungs- und Oeffnungsschlägen.

Gefährlichkeit der fraglichen Methode — selbstverständlich innerhalb gewisser Grenzen — bewiesen. Wer beim Galvanisiren des Kopfes Beobachtungen gemacht hat, die etwas Anderes beweisen, der möge doch den Krankheitsfall und das angewendete Verfahren mit seinen Folgen genau beschreiben. Obwohl ich, wie man sehen wird, für diese Methode als Heilmittel keineswegs so übermässig eingenommen bin, halte ich es doch, selbst wenn man von ihrer therapeutischen Verwerthung ganz absehen sollte, für wünschenswerth, dass die Wahrheit bekannt werde. Bis etwas Anderes bewiesen ist, werde ich meinen eigenen Erfahrungen mehr Glauben schenken, als allgemein gehaltenen Behauptungen. —

Die soeben besprochene Methode wurde auch bei den in den nachstehenden Capiteln angeführten Versuchen angewendet. Ich verweise deshalb rücksichtlich jener Beobachtungen auf das hier Vorgetragene. Ausserdem bemerke ich, um Wiederholungen zu vermeiden, dass bei allen Versuchen, von denen nicht ausdrücklich etwas Anderes gesagt ist, die Anode in der rechten Fossa mastoidea gedacht, und soweit die Augen in Frage kommen, das rechte Auge betrachtet ist.

III. Ueber die beim Galvanisiren des Kopfes eintretenden Augenbewegungen.

Wenn man galvanische Ströme von solcher Intensität, dass durch sie der zweite Grad des Schwindels hervorgerufen wird, oder stärkere Ströme durch den Kopf leitet, so treten unwillkürliche und unbewusste Bewegungen der Augen ein.

Die Leichtigkeit, mit der diese Augenbewegungen zu Stande kommen, wächst bei übrigens gleichen Verhältnissen unter denselben Bedingungen, wie die von mir gelegentlich der Scheinbewegungen und der objectiv wahrnehmbaren Bewegungen des Körpers als begünstigende angeführten. Man beobachtet sie also leichter bei querer Durchleitung, beim Galvanisiren des Hinterkopfes, bei grösserer Steilheit der Stromcurven und nach Aenderung der Stromrichtung.

Die galvanischen Augenbewegungen halten auch während der Stromdauer an, obwohl sie weniger ausgiebig werden können, sobald der Strom constant geworden ist. Hat man einen relativ schwachen Strom gewählt, so verschwinden sie zuweilen allmählig gänzlich. Im Moment der Oeffnung hingegen oder bei anderen erheblichen negativen Schwankungen der Stromdichte beginnen sie, auch wenn sie aufgehört hatten, von Neuem, haben dann aber die umgekehrte Richtung.

Es ist aus den oben angeführten Gründen wiederum nicht zu entscheiden, ob bei Annäherung nur einer Elektrode an den Schädel die Anode oder die Kathode eine grössere Wirkung hat. Die Augenbewegungen treten bei einer solchen Anwendung überhaupt vergleichsweise viel seltener und weniger intensiv auf, als die Schwindelempfindungen. Man bedarf dann nicht selten einer Kette von 30 und mehr Daniell.

Ihrem Charakter nach sind die so an Gesunden hervorgebrachten Bewegungen fast immer associirte und lassen sich am Besten mit der Nystagmus genannten Affection vergleichen. Nur unterscheidet man hier immer deutlich, namentlich bei geringeren Stromintensitäten, eine schnell ruckartig ausgeführte Bewegung nach der einen Seite und eine langsamere nach der anderen Seite. Bei manchen Individuen gleicht unter einer bestimmten Reizgrösse die Iris dem Schwimmer eines Angelfischers, der langsam auf einem Flusse dahintreibt, bis er plötzlich an der Leine in entgegengesetzter Richtung zurückgerissen wird. Bei zunehmender Stromintensität wird der Rhythmus schneller und schneller, bis endlich die Richtung der kurzen ruckenden Bewegung dominirt und der Bulbus bei sehr starken Strömen nur noch leise oscillirend im Augenwinkel festgehalten wird.

Die Richtung der einzelnen Bewegungen — und dies ist einer der interessantesten Punkte der ganzen Frage — hängt derart von der Wahl der Einströmungsstellen ab, dass die schnellere, ruckende Bewegung, die wir der Einfachheit wegen zunächst allein berücksichtigen werden, immer in der Richtung des positiven Stromes erfolgt, die langsamere in der entgegensetzten Richtung. Wenn sich also die Anode in der rechten und die Kathode in der linken Fossa mastoidea befindet, so erfolgt der Ruck nach links, und bei starken

Strömen werden beide Bulbi in den linken Winkeln festgehalten. Damit dieses Gesetz auf die überwiegend zahlreichen Fälle, in denen Raddrehungen eintreten, passe, ist es nöthig, sich den gebogenen Pfeil, durch den man sich den Vorgang der Raddrehung veranschaulichen kann, gestreckt zu denken. Wie üblich ist hierbei das obere Ende des verticalen Meridians betrachtet.

In denjenigen Fällen jedoch, wo nur die eine Elektrode sich in der Gegend des Kopfes befindet, treten die Bewegungen, wenn es überhaupt dazu kommt, so auf, als wenn die andere Elektrode sich auf der anderen Seite des Kopfes befände. Bei einer solchen Anordnung kann man denn auch einzig am Normalen die Beobachtung machen, dass die Bewegungen beider Augen nicht vollkommen associirt sind, sondern dass auf dem einen Auge die Drehung um die sagittale, auf dem anderen Auge die Drehung um die verticale Axe vorherrscht.

Man kann durch das Galvanisiren keineswegs alle physiologischen Augenbewegungen zwangsweise hervorbringen. An normalen Augen fallen z. B. sämmtliche Convergenzen aus. Es handelt sich vielmehr hauptsächlich um gleichnamige Seitenwendungen und Rotationen. Ausserdem entsprechen die vorhandenen Bewegungen, wie ich noch ausführlicher zeigen werde, rücksichtlich der Combinationen der Drehungswinkel in den meisten Fällen den physiologischen durchaus nicht.

Tabelle I. wird die besprochenen Verhältnisse deutlich machen. Man hat nur die gebogenen Pfeile auf den verticalen Meridian und die kurze, ruckende Bewegung zu beziehen. Für die Fälle, wo die Seitenwendung vorwiegt, muss man die gebogenen Pfeile gestreckt denken. —

Die zunächst zu lösende Frage würde lauten, durch Reizung welcher Organe die soeben beschriebenen Augenbewegungen ausgelöst werden. Es könnte sich um die Muskeln, um die Stämme der motorischen Nerven und um centrale Gebilde handeln.

An die Muskeln kann man schon um deswillen nicht denken, weil der Reizeffect unendlich viel leichter auftritt, wenn man sich bis zur Fossa mastoidea von der Orbita entfernt, als wenn man in deren Gegend operirt. Ausserdem wäre nicht zu ersehen, wie associirte Bewegungen beider Augen durch die Reizung mit einem an-

nähernd constanten Strome direct durch die zugehörige Muskulatur ausgelöst werden sollten.

Auch um die Nervenstämme kann es sich nicht handeln; denn auch der motorische Nerv antwortet ganz anders auf die Reizung mit Kettenströmen. Indessen wurde, um diese Frage noch weiter zu erhellen, der Versuch gemacht, zu bestimmen, durch welche Muskeln in jedem einzelnen Falle die betreffenden Bewegungen ausgelöst werden.

Es war um so schwerer, hierüber zu einer definitiven Ansicht zu gelangen, als auch die physiologischen Augenbewegungen kaum je das Resultat der Contraction eines einzelnen Muskels sind. Die Augenmuskeln haben vielmehr in hohem Grade den Charakter von Moderatoren, derart, dass eine jede physiologische Bewegung des Bulbus als Resultante einer Anzahl von bewegenden Kräften aufgefasst werden muss. Zwei Wege gab es jedoch, auf denen es vielleicht möglich war, der Sache näher zu kommen. Der eine bestand darin, dass man gesunde und der Selbstbeobachtung fähige Versuchspersonen während der Reizung bestimmte willkürliche Augenbewegungen ausführen liess, und das Product der willkürlichen und der galvanischen Augenbewegungen beobachtete und beobachten liess. Die so erzielten Resultate sind aber zur Verwerthung nicht durchsichtig genug, wahrscheinlich weil der Vorgang dabei noch weiter complicirt wird. Denn nicht nur, dass wir es dabei mit neuen Innervationen der gesammten Augenmuskulatur zu thun bekommen, sondern es tritt auch ein centraler Vorgang ein, dessen Einzelnheiten uns unbekannt bleiben. Der letztere Umstand fällt um so mehr in's Gewicht, als die Methode ja von vornherein eine Fälschung des Urtheils herbeiführt.

Der andere Weg hingegen lieferte Resultate, welche in einem späteren Theile der Abhandlung auch noch anderweitig verwerthet werden sollen. Er bestand in der Anwendung dieser Methode auf Personen mit completen Lähmungen einzelner Augenmuskeln. Man konnte nämlich erwarten, dass bei einer peripheren, noch completen Lähmung des einen oder des anderen Augennerven die elektrischen Bewegungen auf dem kranken Auge entweder ganz ausfallen oder doch modificirt werden würden. In der That traf diese Voraussetzung zu.

Wenn bei einer rechtsseitigen Lähmung des Oculomotorius der Strom von der linken zur rechten Fossa mastoidea gerichtet ist, so kann es vorkommen, und es ist sogar die Regel, dass auf dem linken Auge ausgesprochene Radbewegungen, auf dem rechten jedoch horizontale eintreten, während bei umgekehrter Stromrichtung sich auf beiden Seiten Raddrehungen zeigen. Bei der einen sowohl als bei der anderen Stromrichtung sind die Excursionen des rechten Bulbus weniger ausgiebig als die des linken.

Es scheint mir hieraus mit Sicherheit hervorzugehen, dass die Raddrehung, welche bei der ersteren Reizmethode am Gesunden auch auf dem rechten Auge eintreten müsste, die Resultante darstellen würde von der Contraction nicht nur des Obliquus inferior, sondern auch mindestens noch des Abducens. Denn von der Gesammtbewegung des Augapfels, welche beim Gesunden in einer Drehung um die Verticalaxe nach rechts mit gleichzeitiger Raddrehung in derselben Richtung besteht, fällt auf dem kranken Auge in Folge der Leitungsunterbrechung in der Bahn des Oculomotorius der zweite Theil der Bewegung aus, während der andere von diesem Nerven nicht abhängige zu Stande kommt. Die Excursionen bewegen sich aber auf dem kranken Auge um deswillen in engeren Grenzen, weil diejenigen Muskeln, welche den einmal nach rechts gestellten Bulbus in die mittlere Stellung zurückzuführen hätten, von dem gelähmten Augennerven versorgt werden.

Wenn man nun bei einer rechtsseitigen vollständigen Lähmung des Abducens dieselben Versuche anstellt, so kann man beobachten, dass auf dem linken Auge Horizontalbewegungen, auf dem rechten aber Raddrehungen eintreten, sobald die Anode sich links befindet, während bei umgekehrter Application auf beiden Augen Rotationen um die verticale Axe vorhanden sind. In beiden Fällen macht das linke Auge ausgiebigere Bewegungen. Das rechte Auge hingegen steht in mehr oder weniger starker Abduction, manchmal auch gleichzeitig nach oben schielend.

Hätte nun die fragliche Versuchsperson keine Lähmung des Abducens gehabt, so würden ohne Zweifel bei der erstangeführten Reizmethode auch auf dem rechten Auge Horizontalbewegungen eingetreten sein. Da nun bei Ausfall des rechten Abducens gleichwohl

Bewegungen, aber solche um die sagittale Axe zu beobachten sind, so darf man wohl mit Recht annehmen, dass bei der auf einem normalen rechten Auge eintretenden Horizontalbewegung nach rechts nicht nur der Abducens, sondern mindestens auch der Obliquus inferior betheiligt ist und dass der dann gleichwohl um die Verticalaxe erfolgende Bewegungseffect nur auf das Vorwiegen der Abducens-Contraction zu beziehen ist. Auf dem linken Auge hingegen würde es sich in denselben Momenten um gleichzeitige Reizung in den Bahnen für Internus und Trochlearis handeln.

Selbstverständlich treten überall grade die umgekehrten Erscheinungen auf, sobald die auf dem rechten Auge vorausgesetzten Muskellähmungen das linke Auge betreffen. Uebrigens ist es auffallend, wie leicht die sonst seltener zu erzeugenden Horizontalbewegungen grade bei Augenkranken auch auf der gesunden Seite zu beobachten sind.[1]) (Tabelle II.)

Wir sehen also übereinstimmend, dass bei der Stromrichtung von links nach rechts auf dem linken Auge Theile des Oculomotorius und der Trochlearis, auf dem rechten Auge andere Theile des Oculomotorius und der Abducens mit Reizen eigenthümlicher Art versehen werden.

Wie derartig gruppirte Reizeffecte gesetzmässig durch directe Reizung der Nerven ausgelöst werden sollen, ist weder vom rein physikalischen noch vom physiologischen Standpunkte aus einzusehen. Denn die Innervation strahlt nicht nur in mehrere Muskeln, sondern auch in mehrere von verschiedenen, weit auseinanderliegenden Nerven abhängige Muskeln ein. Endlich auch müssten, was den Oculomotorius angeht, immer nur einzelne Theile seines Stammes getroffen werden, eine Annahme, die höchstens für eine bestimmte, nicht aber für alle Stromstärken Gültigkeit haben könnte.

Andererseits ist es nicht nur möglich, sondern bis zu einem gewissen Grade sogar sicher, dass im Gehirn Associationsvorrichtungen bestehen, in denen solche Fasern, die später verschiedenen Nerven angehören, dicht beisammen liegen und deshalb auch gemeinschaftlicher Reizung leicht zugänglich sind.

---

1) Reine Trochlearis-Lähmungen bekam ich nicht zur Beobachtung.

Wenn die fraglichen Augenbewegungen nun weder durch die Muskeln noch durch die peripheren Nerven ausgelöst sein können, so bleibt in der That nur übrig, sie auf irgend eine Beeinflussung centraler Gebilde zu beziehen. —

Sehr merkwürdig und durchaus abweichend von dem, was wir über das Verhalten peripherer Nerven wissen, ist, dass diese anscheinend innerhalb derselben Bahnen an- und abschwellenden Erregungen durch den nicht unterbrochenen, möglichst constant gehaltenen Batteriestrom ausgelöst werden. Der Inductionsstrom führt ebenso wenig zu diesen Augenbewegungen, wie zu Schwindelempfindungen. Gleichwohl ist es durch die bisher angeführten Untersuchungen und Erwägungen vielleicht noch nicht gänzlich auszuschliessen, dass nicht die in Folge der allmähligen Durchfeuchtung und Auflockerung der Haut während des Kettenschlusses entstehenden Stromschwankungen hierbei eine Rolle spielen. Allerdings wird dies, abgesehen von manchen anderen Gründen, auch dadurch sehr unwahrscheinlich, dass die nach der Kettenöffnung entstehenden Bewegungen mit umgekehrter Richtung nicht nur momentan sind, sondern auch über den Moment der Oeffnung hinaus eine geraume Zeit anhalten.

IV. Ueber die Art der Einwirkung des Galvanismus.

Bereits mehrfach ist einer Verschiedenheit der Wirkungsart beider Pole gedacht worden. Wir sahen, dass die Richtung aller realen und auch aller Scheinbewegungen mit einer Gesetzmässigkeit, die nichts zu wünschen übrig lässt, davon abhängt, welche Elektrode rechts und welche links applicirt wird, ob der Schliessungs- oder der Oeffnungsreiz einwirkt.

Aus diesem Verhalten geht mit absoluter Sicherheit hervor, dass ein Gegensatz in der Wirkung beider Elektroden, wie er schärfer nicht gedacht werden kann, vorhanden ist. Indessen dürfte es von besonderem Interesse sein, hervorzuheben, dass gerade die vollkommene Einführung dieses Gegensatzes in den centralen Mechanismus *conditio sine qua non* für das Eintreten aller uns beschäftigenden Reizerscheinungen ist, und dass hierfür keineswegs die Einwirkung irgend eines

elektrischen Reizes ausreicht. Brenner (s. o.) führt bereits einen Versuch an, der als schlagender Beweis benutzt werden kann. Er brachte eine getheilte Anode in die Fossae mastoideae und eine einfache Kathode auf den Nacken. Es trat kein Schwindel ein. Sobald er aber eine Anode entfernte, war der Schwindel selbst bei einem viel schwächeren Strome, als dem zuerst benutzten, vorhanden. Ich habe diesen Versuch nicht nur mehrfach wiederholt, sondern auch auf die Reizung mit der Kathode ausgedehnt. Danach kann ich die Angabe Brenner's vollkommen bestätigen und ausserdem auch für die Kathode und für das Eintreten der Augenbewegungen erweitern. Auch bei den grössten Stromintensitäten kommt es weder zu Schwindel noch zu Augenbewegungen, sobald beide Schädelhälften mit der gleichnamigen Elektrode gereizt werden.

Wenn nun bei Annäherung nur einer Elektrode an den Schädel gleichwohl sämmtliche Reizerscheinungen, aber freilich viel weniger ausgesprochen, eintreten, so muss dies auf die eigenthümliche Function der gereizten Organe bezogen werden. Sowohl die associirten Augenbewegungen als die Vertheilung der zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts dienenden Muskelimpulse setzen ein ungestörtes Zusammenwirken der gleichnamigen symmetrischen Centralorgane voraus. Wird nur die Erregbarkeit des Centralorgans der einen Seite von der Norm entfernt, so ist die daraus resultirende Störung beträchtlich geringer, als wenn die Erregbarkeit des symmetrischen Organs um das Gleiche, aber im entgegengesetzten Sinne, verändert wird. Eine doppelseitige positive oder negative Erregbarkeitsveränderung bleibt aber ohne wahrnehmbare Zeichen.

Es kann bei Berücksichtigung des soeben Recapitulirten und Neuangeführten wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die in Rede stehenden Reizerscheinungen auf analoge Erregbarkeitsveränderungen zurückzuführen sind, wie die nach den Untersuchungen von Pflueger am elektrotonisirten Nerven vorhandenen. Dies dürfte aber der erste Nachweis sein, dass man vermag, durch galvanische Reizung gewisse Complexe intracerebraler Nerven — sei es direct, sei es indirect — in Erregungszustände zu versetzen, durch die Anlass zu Muskelbewegungen eigenthümlicher Art gegeben wird.

Hieran schliesst sich aufs Engste die Erwägung des Umstandes, dass inducirte Ströme weder Schwindel noch Augenbewegungen hervorbringen. Schon einmal war die Elektrophysiologie mit der Bearbeitung einer ähnlichen Frage beschäftigt. Es handelte sich damals darum, zu erklären, warum gelähmte Muskeln nicht auf inducirte, wohl aber auf Kettenströme reagiren. Neumann hat das Verdienst, den physikalischen Grund dieses ungemein sonderbar erscheinenden Phänomens in der kurzen Dauer der Inductionsströme gefunden zu haben. Natürlich lag es nahe, sich zu überzeugen, ob hier nicht dieselbe physikalische Ursache obwalte. Die gehegte Vermuthung fand sich bestätigt. Kettenschliessungen und ebenso Kettenöffnungen von ganz kurzer Dauer haben denselben Nichterfolg als Inductionsströme. Wenn man also z. B. eine Kette, deren gänzliche Oeffnung das ganze Bild der Reizeffecte entrollen würde, nur momentan öffnet und wieder schliesst, so ist es für die fraglichen Gehirnfunctionen, als wenn nichts gewesen wäre; die peripheren Nerven aber antworten jeder mit seiner specifischen Energie, der Facialis mit Zuckung, der Opticus mit Lichtempfindung, die Geschmacksnerven mit stärkeren galvanischen Sensationen. Schnelle Wiederholung der Oeffnung und Schliessung ändert hieran nichts.

Dieser Umstand ist in doppelter Beziehung von Wichtigkeit. Einmal darum, weil er einen ferneren Beweis für den eben angeführten Satz bildet, dass „die vollkommene Einführung des elektrotonischen Gegensatzes in den cerebralen Mechanismus *conditio sine qua non* für das Eintreten der uns beschäftigenden Reizerscheinungen ist.“ Wir sind berechtigt, zu schliessen, dass die intracerebralen Nervengebilde der Veränderung ihres Zustandes durch den Strom eine ähnliche Trägheit entgegensetzen, als der gelähmte oder curarisirte Muskel, als der Schliessmuskel der Muscheln. Ehe die Umlagerung und damit die als Muskelbewegung in die Erscheinung tretende Aenderung der Function herangebildet, ist die Rücklagerung in den früheren Zustand schon wieder da. Hierin würde also eine wesentliche, wenn auch nur quantitative Verschiedenheit von dem Verhalten peripherer Nerven liegen. Wenn man die durch kurz dauernde galvanische oder Inductionsströme im Centralorgane hervorgebrachten Veränderungen näher studiren könnte, würde man wahrscheinlich die Zeichen eines

doppelseitigen, gleichnamigen Erregbarkeitszuwachses finden, wodurch denn die bei derartiger Modification der Reize nur geringen polaren Differenzen gänzlich verdeckt sind.

Der Umstand ist zweitens von Wichtigkeit, weil er den Beweis für eine Ansicht liefert, welche man unten (S. 238) ausgesprochen finden wird, dass nämlich der Galvanismus bei diesen Reizversuchen in der Art einer Summirung von Reizen wirkt. Wenn dieselben Reize, welche bei intermittirender Anwendung zu keinem Reizeffecte Veranlassung geben, continuirlich angewendet werden, so ist der Reizeffect da. Dies heisst, in andere Worte übertragen: „Innerhalb gewisser zeitlicher Grenzen verstärkt jeder kleinste Zeitabschnitt des Reizes die Wirkung seines Vorgängers."

Endlich könnte noch Jemand die Frage erheben, ob bei diesen Versuchen der negative Reizzuwachs der Schliessung in der That auf der Seite der Anode und der positive Reizzuwachs auf der Seite der Kathode statt hat. Bei gewissen Untersuchungen am Menschen über Erregbarkeit elektrotonisirter Nerven (Erb) fand sich nämlich stets der ungleichartige Erregbarkeitszuwachs jeder der beiden Elektroden auf das Aeusserste nahegerückt. Indessen kommt ein solches Verhalten bei der benutzten Versuchsanordnung offenbar nicht vor. Man kann dies aus den Reizversuchen am Gehörorgan mit Sicherheit entnehmen. Die akustischen Reactionen beweisen, dass in der That ein noch ziemlich entlegener Theil des Schädelinhalts gänzlich unter dem Einflusse der dem Schädel äusserlich genäherten Elektrode steht.

V. Ueber das Verhältniss der beim Galvanisiren des Kopfes auftretenden Reizerscheinungen zu einander.

Die Gleichzeitigkeit im Vorkommen der angeführten Thatsachen veranlasst die Frage, ob dieselben unter einander ganz oder theilweise in dem Verhältnisse von Ursache und Wirkung stehen. Es liegen hier drei Möglichkeiten vor:

1. Die Schwindelempfindungen können Folge der unwillkürlichen Augenbewegungen, oder
2. die unwillkürlichen Augenbewegungen können Folge der Schwindelempfindungen sein, oder

3. beide Reizerscheinungen werden ganz oder theilweise unabhängig von einander durch Reizung verschiedener Centralorgane, vielleicht auch eines Centralsystems, in dem eine Verknüpfung motorischer Augennerven mit Nerven der willkürlichen Körpermuskulatur stattfindet, hervorgebracht. —

Der nächste Weg um die Abhängigkeit oder Unabhängigkeit der einzelnen Reizerscheinungen von einander festzustellen, war natürlich der, nachzusehen, ob sie unabhängig von einander vorkommen. In der That kommen sowohl Augenbewegungen ohne Schwindelempfindungen, als Schwindelempfindungen ohne Augenbewegungen vor. Wenn man mit relativ starken Strömen arbeitet, kann man dies freilich nicht beobachten. Indessen gelingt es hier und da mit schwächeren Strömen eine Intensität herauszufinden, bei der gerade nur das eine Symptom vorhanden ist. Am Häufigsten beobachtet man bei Personen, die schon öfter in der angegebenen Weise galvanisirt worden sind, Augenbewegungen ohne Schwindelempfindungen.

Man kann solche Beobachtungen als stricten Beweis jedoch nicht gelten lassen. Denn wie wir einerseits unser Verhalten zu den Gegenständen im Raume nach den Erfahrungen beurtheilen, die unser Sensorium über das Verhältniss der von ihm beanspruchten Muskelimpulse zur Anordnung der Gegenstände gesammelt hat, und wie unser Urtheil hierüber durch irgend welche Störung im Bereiche des percipirenden Mechanismus verwirrt werden kann, so liegt andererseits die Möglichkeit vor, dass die Erfahrung solcher, eine gewisse Breite nicht überschreitender Störungen mit der Zeit Herr werden kann. Eine Versuchsperson, welcher früher schon mehrfach galvanische Augenbewegungen höheren Grades erzeugt worden sind, würde endlich dahin kommen können, diejenigen geringen Verschiebungen der Netzhautbilder, welche durch schwache Bewegungen erzeugt werden, zu übersehen, und vermöge einer in der That vorhandenen Accommodationsfähigkeit des Centralorgans als noch in die Breite des Normalen fallend aufzufassen. So haben auch Kranke, die an Nystagmus leiden, in der Regel keine Scheinbewegungen, sondern vielmehr amblyopische oder aber andere Sehstörungen, wie sie durch das Augenzittern als solches nicht bedingt sind.

Einer ähnlichen Betrachtung würde man das isolirte Vorkommen einer Schwindelempfindung von bestimmter Richtung nicht unterziehen können. Indessen erhält man so gut wie nie Angaben, die unter diesen Umständen eine bestimmte Richtung mit Sicherheit, oder in einer mit anderweitig gesammelten Erfahrungen stimmenden Weise bezeichneten, so dass man darauf hin eine Frage dieser Wichtigkeit kaum entscheiden möchte. Zu dem hätte man in diesen seltenen Fällen lediglich mit Angaben über subjective, sich der Controlle entziehenden Empfindungen zu rechnen. Dieser letztere Einwand lässt sich auch gegen den Umstand erheben, dass die Schwindelbahn der jedesmal vorwiegenden unwillkürlichen Ablenkung der Augen nicht in allen Fällen zu entsprechen scheint. Bei Raddrehungen der Augäpfel werden auch die Netzhautbilder annähernd auf den Peripherien von vertical stehenden Kreisen verschoben. Man hätte also eine verticale Scheinbewegung der Gesichtsobjecte zu erwarten. Eine solche wird aber, wenn auch in der grossen Mehrzahl der Versuche, so doch nicht ausnahmslos angegeben. Einige Personen behaupten bei diesem Reizeffecte Horizontalschwindel zu haben. Ebenso trifft sich das umgekehrte Verhältniss. Aus dem angeführten Grunde ist jedoch solchen Angaben, so lange sie ohne Unterstützung durch andere Thatsachen dastehen, keine grosse Wichtigkeit beizulegen.

So war es denn um so mehr geboten, die gestellte Frage weiteren Erwägungen und der Prüfung durch andere Versuche zu unterziehen, als ein vollkommenes sich Decken der Augenbewegungen und der Schwindelempfindungen das Zustandekommen der Letzteren, insoweit es die Scheinbewegungen der Gesichtsobjecte betrifft, auf das Befriedigendste erklären würde. Ja das Eintreten von derartigen Scheinbewegungen bei den beschriebenen Augenbewegungen ist in dem Grade ein physiologisches Postulat, dass ich ungeachtet dessen, was ich vorgebracht habe, die Erklärung dieses Theiles der Schwindelempfindungen aus den Augenbewegungen nicht nur für unbedenklich, sondern für nothwendig halte.

Insoweit die Schwindelempfindungen als einfaches Resultat des galvanischen Nystagmus betrachtet werden sollen, sind sie den Erfahrungen anzupassen, welche aus dem S. 205 angeführten Versuche,

betreffend die bei seitlicher Verschiebung des Bulbus durch Ziehen an den Lidern entstehenden Scheinbewegungen, gewonnen wurden. Ich habe des Näheren (S. 210 f.) auseinandergesetzt, dass die galvanischen Augenbewegungen keinen einfachen Tetanus oder eine einfache Muskelcontraction zur Anschauung bringen, sondern in einem Hin- und Herschwingen des Auges bestehen. Wir haben es also hier mit zwei entgegengesetzten Richtungen der Augenbewegungen zu thun, von denen die Eine mit der Richtung der Scheinbewegung zusammenfällt. In jenem Falle (mechanische Verschiebung des Auges nach rechts) glaubten wir eine Bewegung des Gesichtsobjectes nach links darum wahrzunehmen, weil wir zur Fixation, d. h. zur Ausgleichung der erstgenannten Bewegung abnormer Weise den rechten Internus mit stärkeren Impulsen versehen mussten. Da nun bei dem galvanischen Versuche im Uebrigen die gleichen Verhältnisse vorliegen, so ist für diesen anzunehmen, dass von den beiden hier in Frage kommenden sich balancirenden Bewegungen gleichfalls die eine durch unbewusste, aber räumliche Vorstellungen bilden helfende Impulse ausgelöst wird, die andere hingegen durch eine unseren Sinnen unbekannte Kraft, welche dieselbe Rolle spielt, als der zerrende Finger, und welche im gegebenen Falle der Galvanismus ist.

Die Scheinbewegung findet bei der geforderten Versuchsanordnung ebenfalls nach links hin statt, folglich muss die u n b e w u s s t w i l l k ü r l i c h e B e w e g u n g ebenfalls auf dem r e c h t e n A u g e h a u p t s ä c h l i c h den I n t e r n u s betreffen, und die von dem G a l v a n i s m u s abhängige würde demnach auf demselben A u g e h a u p t s ä c h l i c h dem A b d u c e n s zufallen.

Diese Erklärung würde auch für den Fall ihre Gültigkeit behalten, dass die Scheinbewegung bei dem S. 205 angeführten Versuche lediglich durch die unbewusste Verschiebung der Gesichtslinie, also nicht durch die compensirenden Muskelimpulse gedeutet würde. Der Beweis wird unten geführt werden.

Sehen wir zunächst davon ab, durch welche besondere Art der Einwirkung des Galvanismus die eine der beiden Augenbewegungen hervorgebracht wird, so erscheint es nicht unwahrscheinlich, d a s s d i e a n d e r e, durch dem Sensorium eigene Impulse gebildete, e i n e F o l g e i s t d e r d u r c h d i e e r s t e r e b e w i r k t e n a b n o r m e n M u s k e l z u-

stände. Wenigstens liesse sich dies von den rotatorischen Bewegungen sagen. Ich hatte oben angeführt, dass die galvanischen Augenbewegungen in ähnlicher Weise wie die normalen, Resultanten mehrerer Zugkräfte sind. Auch bei den rotatorischen Bewegungen kann man immer eine mehr weniger bedeutende Seitenwendung wahrnehmen. Indessen stellen sich die Werthe der Raddrehungswinkel zu denen der Seitenwendungswinkel in der Regel als ganz unverhältnissmässig viel grösser heraus, wie sie bei willkürlichen Bewegungen je vorkommen. Nun ist aber bei diesen das Verhältniss dieser beiden Winkel zu einander kein zufälliges oder durch den Willen zu beeinflussendes. Nach dem Donders-Listing'schen Gesetze ist der Raddrehungswinkel vielmehr eine Function von dem Erhebungs- und dem Seitenwendungswinkel, oder wenn wir diesen Satz umkehren: Eine bestimmte Grösse des Raddrehungswinkels setzt auch eine bestimmte Grösse der (in dieser Beziehung als complementär zu betrachtenden) Erhebungs- und Seitenwendungswinkel voraus. Da nun beim Galvanisiren weder der eine, noch der andere dieser beiden Winkel seiner Grösse nach dem Raddrehungswinkel entspricht, so müssen dadurch ganz ungewohnte Muskelempfindungen vermittelt werden, und da das Sensorium mit denselben nicht rechnen kann, so wird es deren Ausgleichung, so weit es ihm möglich ist, anstreben. Für diejenigen Fälle wo bei Seitenwendungen wirkliche Uebergänge aus der Primärstellung in eine Secundärstellung stattfänden, liesse sich diese Erklärung freilich als nicht zureichend anfechten. Wir werden indessen auch anderweitige Veranlassung haben, auf diese Frage zurückzukommen. —

Nachdem wir dergestalt den galvanischen Nystagmus in zwei Bewegungen zerlegten, deren Eine vorläufig als nur von dem eigenthümlichen Verhältniss der Augenmuskeln zu einander abhängend betrachtet wurde, können wir es unternehmen, die an der anderweitigen willkürlichen Muskulatur wahrnehmbaren Innervationsstörungen mit in Betracht zu ziehen. Wir sahen, dass mit dem Kettenschlusse Kopf und Körper nach rechts schwankt, mit anderen Worten, dass die gesammte Muskulatur, insofern sie die Haltung des Körpers bedingt, Impulse erhält, welche die Medianebene des Körpers nach rechts neigen. Ganz ebenso werden auch der Gesammtmuskulatur

der Augen in einem Momente der Reizung Impulse zu Theil, welche den verticalen Meridian beider Augen — also Ebenen, welche der Medianebene annähernd parallel liegen — nach derselben Seite nach rechts neigen. Es darf aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass bei starken Strömen das Endresultat der zwangsmässigen Augenstellung erst hervortritt, und sich dann als gerade das Umgekehrte ausweist, insofern als dann, wie oben ausgeführt, die im Sinne der Stromrichtung erfolgende Bewegung — nach links — dominirt.

Wir haben bisher die Schwindelempfindungen ganz im Allgemeinen so betrachtet, als wenn ihre Abhängigkeit von den Augenbewegungen mit einer Art von Nothwendigkeit vorausgesetzt werden müsse. Wenn indessen eine unbedingte Abhängigkeit des ersten Symptoms von dem anderen bestände, so müssten nach den üblichen Anschauungen die Schwindelempfindungen mit dem Fortfallen eines jeden optischen Eindruckes gleichfalls ausfallen, denn die scheinbare Bewegung entstand ja bei dem als Ausgangspunkt gewählten Versuche durch das Zusammenwirken eines optischen Eindruckes mit abnormer Weise erforderten Muskelimpulsen, wobei zwar die Muskelimpulse, nicht aber das Gesichtsbild wegfallen konnten. Um den Einfluss des einen und des andern dieser beiden Momente festzustellen, war es also geboten, den Reizversuch einmal unter Ausschluss aller optischen Eindrücke, dann aber unter Ausschluss aller Muskelimpulse, wenn dies möglich war, anzustellen. Für diesen letzteren Zweck wäre es sehr erwünscht gewesen, Personen mit completer Lähmung aller Augenmuskeln untersuchen zu können; indessen gelang es mir aller angewandten Mühe ungeachtet nicht, diesen seltenen Krankheitsfall zu Gesicht zu bekommen. Für den ersteren Zweck konnte es vielleicht genügen, wenn man Personen bei Schluss der Lider untersuchte. Indessen war man dann der Beobachtung der Bulbusbewegungen beraubt, auch hätte allenfalls die, wenngleich unbestimmte Lichtempfindung, welche bei Lidschluss statt hat, als ein Einwand erhoben werden können.

Ich stellte den Versuch deswegen zuvörderst an zwei Blinden an, deren Zuweisung ich dem freundschaftlichen Interesse des Herrn Dr. Brecht verdanke.

Der Eine dieser Blinden war in Folge glaucomatöser Sehnervenexcavation auf dem rechten Auge ganz blind, hatte auch bei galvanischer Opticusreizung mit 20 Elementen keine Phosphene; mit dem linken Auge konnte er auf 6″ Entfernung noch eben Finger unterscheiden. Auf diesem Auge trug er während des Versuches einen, jeden Lichtschimmer ausschliessenden Watteverband. Bei Kettenschluss fiel er ungemein stark nach der Anoden-Seite und hatte ausserordentlich starke Bulbusbewegungen in der Horizontalen, manchmal schien der Bulbus nach Hinten gezogen zu werden. Der Schwindel war sehr stark, doch vermochte der sehr beunruhigte Kranke eine bestimmte Richtung der Scheinbewegung nicht anzugeben.[1]) Er liess sich auch nur noch ein zweites Mal untersuchen, wobei nichts Weiteres herauszubekommen war.

Die andere Versuchsperson litt neben Tabes an Atrophie beider Sehnerven. Auf beiden Augen bestanden noch geringe Spuren quantitativer Lichtempfindung, welche aber durch Placirung vor eine nicht beleuchtete Wand aufgehoben werden konnten. Beim Gradeausblicken geringe rechtsseitige Convergenz; bei grösseren willkürlichen Excursionen etwas Nystagmus. Derselbe tritt auch spontan beim Stehen auf, verliert sich beim Niedersetzen. Rechte Pupille sehr eng, linke von mittlerer Weite. Beide auf den Lichtreiz ohne Reaction. Bei der elektrischen Reizung fiel P. sehr stark nach der Anoden-Seite, während die in der Horizontalen vor sich gehenden Bulbusbewegungen so stark waren, dass der Cornealrand des rechten Auges (Anode rechts oder links) über die Karuncel hinausgezogen wurde, links war diese Excursion weniger gross.[2]) Dabei hatte der Mensch sehr ausgesprochen die Empfindung, als wenn er in einem Caroussel gefahren würde, welches sich von rechts nach links dreht, vorausgesetzt, dass die Anode rechts applicirt war.

Der Versuch konnte unter mehrmaliger Abänderung der Bedingungen in der Zeit vom 28. November 1869 — 13. Januar 1870 10 Mal wiederholt werden, und die einzelnen Angaben waren derart constant und sicher, dass ich glaube Mehreres von denselben mittheilen zu sollen. Zunächst war es möglich durch Veränderung der Einströmungsstellen Einzelheiten der Scheinbewegung zu modificiren. Wenn man nämlich die zweite Elektrode statt in die Fossa mastoidea in die Fossa supraclavicularis brachte, hatte er die Empfindung des Bergab- resp. Bergaufbewegtwerdens. Beim Galvanisiren durch zwei symmetrische 1″ nach Hinten der Process. mastt. gelegene Stellen glaubte er aber wie ein aufrechtes Rad rotirt zu werden, während doch die Bulbusbewegungen ihren Charakter nicht änderten. Endlich gelang es, beim Galvanisiren durch die Schläfen Bulbusbewegungen ohne gleichzeitige Scheinbewegung zu erzielen.

Beide Versuchspersonen hatten also bei Ausfall jedes optischen Eindrucks doch Scheinbewegungen, die nun aber auf den eigenen Körper, statt auf die Gegenstände der Aussenwelt bezogen werden.

---

1) „Es geht Alles mit mir herum."
2) Er schielte bei jeder Bewegung also sehr stark.

Im Besitze dieser Resultate schritt ich dazu, normalsehende Personen bei geschlossenen Augen zu untersuchen.

Abgesehen von vielen Kranken und meiner eigenen Person wurden diese Versuche an zahlreichen Aerzten, welche meine Vorlesungen besuchten, angestellt. Ich bin der Selbstbeobachtung dieser Herren manche Aufklärung und ihrer Gefälligkeit um so mehr grossen Dank schuldig, als ich nicht in der Lage war, an mir selbst viele derartige Versuche anstellen zu können. Schwindelempfindungen höheren Grades sind bei mir sehr schwer zu erzeugen, während rotatorische Augenbewegungen leichter zu Stande kommen. Bei einer bedeutenden Stromintensität sehe ich die Gegenstände verschwommen und unsicher, auch dreht sich der Kopf nach der Anodenseite, ohne dass ich jedoch dabei diejenigen abnormen Empfindungen hätte, von denen bald die Rede sein wird. Wenn ich zur Beobachtung der Schwindelempfindungen mich nicht selbst als Hauptversuchsobject wählen konnte, so hatte dies darin seinen Grund, dass das Elektrisirtwerden mit starken Strömen mir regelmässig, wenn auch vorübergehend, einen Krankheitszustand, an dem ich früher gelitten habe, wieder hervorruft. Ich bekomme dann Einschlafen der Glieder, pelzige Empfindungen, und bin zu geistiger Arbeit fast unfähig. Zur Beobachtung der Augenbewegungen musste ich selbstverständlich von meiner eigenen Person so gut wie ganz absehen.

Die Untersuchung normalsehender Versuchspersonen ergab folgende constante Resultate. Sobald die Kette geschlossen wurde, fielen sie nach der Anodenseite, und die der Selbstbeobachtung Fähigen bezeichneten diese Bewegung mit *Bestimmtheit* als eine *willkürliche, hervorgerufen durch die Empfindung, als wenn der Kopf oder der Körper nach der Kathodenseite geneigt würde, und durch das Bedürfniss, gegen diese Bewegung das Gleichgewicht aufrecht zu erhalten.* Während des Kettenschlusses schien ihnen aber die nach der *Kathode* gerichtete Bewegung des Körpers (in der Regel) um seine horizontale und mediane Axe fortzudauern.

Liess man nun die bis dahin geschlossenen Augen öffnen, so wurde die Empfindung von Scheinbewegung des eigenen Körpers unterdrückt und auf die Gesichtsobjecte in der früher beschriebenen Weise übertragen. Gleichzeitig konnte man dann Bulbusbewegungen, wie ich sie oben beschrieben habe, wahrnehmen, von diesen hatte aber Niemand eine subjective Empfindung.

Ein Arzt (Dr. Heusner) zeigte Abweichendes. Im Momente des Kettenschlusses (Anode links) sank er mit dem Kopfe nach links, dann wieder nach rechts, dann nach links zurück, und so dauerte eine pendelnde Bewegung etwa 1 Minute lang an. Dann fing sie an, trichterförmig zu werden und zwar derart, dass der Kopf an der vorderen Peripherie des Trichters von rechts nach links bewegt wurde. Beim Oeffnen der Augen hörte diese Bewegung sofort auf, gleichzeitig war eine Empfindung von Schwindel ohne deutliche Scheinbewegung der Gesichtsobjecte vorhanden. Augenbewegungen bestanden nicht. Bei Schluss der Augen begann die trichterförmige Bewegung sofort wieder. Eine Wiederholung des Versuches ergab dasselbe Resultat. — Die Aehnlichkeit des hier vorhandenen Verhaltens der Körpermuskulatur mit dem sonstigen der Augenmuskeln bedarf keiner Erwähnung Ich habe diesen Reizeffect nicht wieder produciren können.

Brenner (a. a. O.) hat bei seiner Beschreibung des galvanischen Schwindels das Wanken des Kopfes und Körpers nach der Anodenseite so gut wie ausschliesslich berücksichtigt. Er sagt darüber S. 76: „Das Gefühl — — — besteht in der Empfindung, als sei die Schwere der einen Körperhälfte aufgehoben und als falle man in Folge dessen nach der anderen Seite.“ Von dem Vorkommen von Scheinbewegungen erwähnt er nichts, obwohl er die Benennungen „Schwindel“ und „Schwindelgefühl“ häufig gebraucht. Bei der Exactheit, deren sich Brenner sonst in seinen Angaben bedient, scheint es deswegen so, als ob ihm die andere Hälfte der Erscheinungen von Schwindel entgangen sei. Die in dem Citat beschriebene Empfindung stimmt hingegen mit den Angaben meiner Versuchspersonen überein, wenn auch in jenem Passus eine ausreichende Begründung des „Fallens nach der anderen Seite“ nicht enthalten ist. Ich werde noch näher ausführen, wie in dieser Beziehung die Auffassung der fraglichen galvanischen Zwangsbewegung als eine unbewusst willkürliche — nicht aber als eine passive — von grosser Wichtigkeit ist.

Zunächst aber dürfte als Resultat dieser Versuche festzuhalten sein, dass auch bei Ausfall aller optischen Eindrücke bestimmten Gesetzen folgende Schwindelempfindungen auftreten, nur dass dieselben, anstatt auf die Gegenstände der Aussenwelt, auf den eigenen Körper bezogen werden. Es wird hierdurch bereits sicher bewiesen, dass kein unbedingtes Abhängigkeitsverhältniss im Sinne der Seite (218) unter 1 gestellten Frage zwischen den Schwindelempfindungen und den durch den Gal-

vanismus hervorgebrachten abnormen Augenstellungen besteht. Man kann ein solches jedoch auch durch einen directen Beweis ausschliessen.

Wenn nämlich eingewendet würde, dass auch beim Carousselfahren zur Fixation eines ausserhalb liegenden Gegenstandes Augenbewegungen erforderlich sind, und dass die zwangsweise Production ähnlicher Augenbewegungen durch den Galvanismus uns bei Ausschluss optischer Eindrücke das Erinnerungsbild des in gleicher Weise Bewegtwerdens aufnöthigen kann, so lässt sich, abgesehen von der ihm sonst innewohnenden Unwahrscheinlichkeit, dieser Einwand entkräften. Denn eine einfache Ueberlegung macht ersichtlich, dass dann die Scheinbewegung bei offenen und geschlossenen Augen jedesmal eine entgegengesetzte Richtung haben müsste. Ich hatte oben (S. 221) die nach der Anodenseite, nach rechts gerichtete Bulbusbewegung als die vom Galvanisiren direct abhängige angesprochen. Die Scheinbewegung nach links sollte entstehen einmal durch die vermöge äusserer Gewalt erfolgende Verschiebung der Blicklinie nach rechts, dann in Folge von Augenmuskelimpulsen, welche diesen Effect aufzuheben streben, also die Blicklinie nach links wenden. Wenn ich nun in einem Carroussel von rechts nach links fahre, so werden mir die Gegenstände nach rechts entrückt, ich muss also, um zu fixiren, den rechten äusseren und den linken inneren Graden vorwiegend innerviren. Demnach würden die beim wirklichen Carrousselfahren vorhandenen willkürlichen Augenbewegungen grade die entgegengesetzte Richtung haben, als diejenigen, welche wir beim scheinbaren Carrousselfahren als die willkürlichen betrachteten, insofern als die letzteren unter der vorausgesetzten Versuchsanordnung die Blicklinie nach links wenden.

Wollte man aber annehmen, dass die nach der Anode gerichtete Bulbusbewegung die willkürliche, und die andere die vom Galvanismus direct abhängige sei, so würde sich die Richtung der Scheinbewegung (bei offenen Augen) nach der Kathode weder durch die vermöge äusserer Gewalt hervorgebrachte Verschiebung der Blicklinie, noch durch die compensirenden Muskelimpulse erklären lassen. Denn wenn die Blicklinie durch äussere Gewalt ohne Dazwischentreten von Willensimpulsen nach links verschoben wird, so kann dies wohl eine scheinbare Bewegung der Objecte nach rechts, nicht aber nach

links bedingen und ebenso würde die compensirende Muskelinnervation, insofern sie dann nach rechts gerichtet wäre, dem Vorbeiführen der Gegenstände nach derselben Richtung entsprechen.

Unter diesen Umständen kann man mit Bestimmtheit annehmen, dass die bei geschlossenen Augen eintretenden Schwindelempfindungen mit den Augen nichts zu thun haben; während die bei offenen Augen vorhandenen Scheinbewegungen der Gesichtsobjecte wohl sicher auf die galvanischen Zwangsbewegungen des Bulbus zurückgeführt werden müssen. Mithin wäre die erste der drei aufgeworfenen Fragen dahin zu beantworten, dass die Schwindelempfindungen in ihrem optischen Theile Folge der galvanischen Augenbewegungen sind. —

Was nun im Allgemeinen die Uebertragung der Scheinbewegung bald auf die Aussenwelt, bald auf den eigenen Körper betrifft, so ist es bekannt, dass Irrthümer bei der Bestimmung, ob ein Körper sich wirklich bewegt, überall da zu den häufigsten Vorkommnissen gehören, wo die Erfahrung uns nicht durch Bezugnahme auf genau bekannte Verhältnisse weiterhilft. Wenn wir z. B. auf einer Eisenbahnfahrt in einem Bahnhofe angelangt, den auf einem parallelen Geleise befindlichen Train durch das Fenster betrachten, und einer der beiden Züge geräth in langsame Bewegung, so täuschen wir uns ungemein häufig in der Bestimmung dessen, welcher sich wirklich bewegt. Fast regelmässig glauben wir dann selbst bewegt zu werden, wenn unser Nachbar seine Fahrt beginnt. Selbst die Reflection darüber, dass wir keine Stösse erhalten, hilft über diese Täuschung nicht hinweg. Erst das bewusste Zusammenhalten unserer eigenen Stellung und der unseres Nachbars mit derjenigen von uns als unverrückbar bekannten Körpern belehrt uns über die Wahrheit. In dieser Weise wirkt z. B. die Betrachtung von Telegraphenstangen durch die sich correspondirenden Fensteröffnungen.

Es ist also für die richtige Deutung einer beschränkten Anzahl sinnlicher Eindrücke erforderlich, dass wir in den Stand gesetzt werden, dieselben in unser anderweitig gebildetes System von Erfahrungen einzureihen. Ist dies aber nicht der Fall, so befinden wir uns für die Auffassung der gegebenen Zahl sinnlicher Eindrücke in absoluter Abhängigkeit von den Ideenassociationen, welche die eigenthümliche

Gruppirung der im concreten Falle gegebenen sinnlichen Eindrücke in uns wachruft und mit deren auch nur theilweiser Veränderung unsere Vorstellung von dem wirklichen Vorgange gänzlich umgeformt werden kann. Helmholtz, der in seiner physiologischen Optik diesen Gegenstand, in soweit er die Gesichtswahrnehmungen betrifft, an mehreren Orten mit der ihm eigenen Klarheit behandelt, äussert sich S. 632 über den Einfluss derartiger Ideenassociationen in folgender Weise: „Diese Art der Association der Vorstellungen geschieht nicht willkürlich, sondern wie durch eine blinde Naturgewalt, wenn auch nach den Gesetzen unseres eigenen Geistes und sie tritt deshalb in unseren Wahrnehmungen ebensogut als eine äussere, uns zwingende Macht auf, wie die von aussen kommenden Eindrücke.“

Wenn wir diese Betrachtungen auf die den beiden Formen des galvanischen Versuches entsprechenden Schwindelempfindungen anwenden, so ergiebt sich, wie mir scheint, zwanglos eine einfache und befriedigende Erklärung der Einen und der Anderen.

Vergessen wir jedoch nicht, dass bei den zwei vorliegenden Formen die Aufgabe, zu bestimmen, welcher von zwei Körpern sich wirklich bewegt, in dem einen Falle genau genommen eigentlich gar nicht gestellt werden kann. Bei der Scheinbewegung der Gesichtsobjecte handelt es sich allerdings um wirkliche Bewegungen der Augen. Das ist aber bei der Scheinbewegung des eigenen Körpers insofern nicht der Fall, als die beim galvanischen Versuche eintretende reale Bewegung nach der Anode nicht ein mit dem ersten Momente der Scheinbewegung gleichzeitiger Act, sondern erst eine Consequenz der letzteren ist. Es wird also der sonst bei der zu lösenden Aufgabe wirklich vorhandenen Bewegung eine scheinbare Bewegung von vorn herein substituirt.

Unsere Vorstellungen über das Verhalten des eigenen Körpers im Raume und zu den einzelnen anderen Objecten des Raumes werden durch die Function einer ganzen Reihe verschiedenartiger Organe gebildet, verändert und gefälscht. Wir beschäftigten uns schon mehrfach mit den Verhältnissen, welche den Sehapparat betreffen. Indessen ist es ersichtlich, dass diesem die gedachte Function nicht allein zukommt. Ich will nicht von dem eigenthümlichen Zusammenhange der halbcirkelförmigen Kanäle mit der Erhaltung des Gleichgewichtes sprechen, aber wir wissen, dass die durch Erregungen der sensibeln Hautnerven und durch die Zustände der gesammten willkürlichen Muskulatur gebildeten Vorstellungen in einer ähnlichen

Weise wie die Gesichtsbilder zur Formation der Gesammtvorstellung unseres räumlichen Seins verwerthet werden. Dabei macht sich jedoch ein bemerkenswerther Unterschied zwischen diesen beiden Arten der Perception geltend. Die optischen Wahrnehmungen vermögen uns mit einem Schlage das Gesammtbild des Verhaltens einer grossen Zahl von Gegenständen zu einander und zu uns selbst zu entrollen, während das Gemeingefühl uns im Wesentlichen nur die Zustände des eigenen Körpers abspiegelt, und daran nur wenige Eindrücke der sich im unmittelbarsten Contacte befindenden anderen Körper anreiht.

Aus diesem Grunde haben wir uns gewöhnt, den vom Auge herrührenden Sinneserregungen bei unserer Orientirung einen bestimmenden Einfluss zu lassen, und folgerecht werden, wenn Störungen des gesammten Orientirungsapparates vorkommen, dieselben mit Vorliebe auf Gesichtseindrücke, d. h. auf die Gegenstände der Aussenwelt bezogen werden, wenn auch die Störung in deren Bereiche für den concreten Fall vielleicht nur eine untergeordnete Rolle spielt. So ist das Fehlen der deutlichen Perception von Scheinbewegung des eigenen Körpers bei offenen Augen zu erklären.

Fallen die optischen Eindrücke indessen gänzlich fort, wie bei geschlossenen Augen und bei Blinden, so ist das Sensorium plötzlich auf die übrigen zur Orientirung dienenden Mechanismen allein angewiesen, und nun wird die Summe der von ihnen herrührenden Erregungen dieselbe zwingende Macht über die Bildung unserer räumlichen Vorstellungen erhalten, wie sie vordem den Augen mit ihrem lichtempfindendem und muskulösem Apparate zukam. Da diese Erregungen aber sämmtlich Folgezustände des Verhaltens unseres eigenen Körpers sind, so wird eine Fälschung in der Perception dieser Zustände nothwendiger Weise wieder auch nur auf den eigenen Körper übertragen werden können, d. h. als eine Bewegung des eigenen Körpers gedeutet werden müssen. —

Nachdem wir so unsere Auffassung des grösseren Theiles der vorhandenen Schwindelempfindungen im Allgemeinen dargelegt haben, schreiten wir zu speciellerer Beleuchtung der objectiv wahrnehmbaren Bewegungen. Wir sahen, dass bei der Kettenschliessung Kopf und Körper nach der Anode schwankt. Der Selbstbeobachtung fähige Personen haben dabei auf das Bestimmteste die Empfindung, als

wenn sie in jedem Augenblicke nach der Kathode versänken oder gedreht würden, als wenn sie auf jener Seite leichter würden. Eine derartige Empfindung kann im gegebenen Falle nur dadurch entstehen, dass ein fremder Factor in den Apparat eingeführt wird, welcher dem Sensorium Nachrichten von dem Zustande der Gesammtmuskulatur zuführt, mit einem Worte, dass das Muskelgefühl gefälscht wird.

Man kann sich den hier ablaufenden Empfindungs- und Bewegungsvorgang sehr wohl dadurch klar machen, dass man sich der Vorgänge erinnert, welche stattfinden, wenn man sich auf einen Stuhl setzt, dessen zwei rechte Beine auf festem Rasen und dessen zwei linke Beine auf losem Sande stehen. Im Momente des Niedersetzens versinken die linken Beine in den losen Sand und der Körper macht eine unwillkürliche — besser unbewusst willkürliche — Bewegung nach rechts, um das Gleichgewicht aufrecht zu halten.

Diese Bewegung wird dadurch ausgelöst, dass die sämmtlichen zur Fixation des Körpers dienenden Muskeln der linken Körperhälfte in dem Momente, wo der Stuhl versinkt und das Gesäss also nicht unterstützt ist, in Unthätigkeit gesetzt werden und die Empfindung ihrer momentan aufgehobenen Arbeitsleistung dem das Gleichgewicht aufrecht erhaltenden Centralorgane übermittelt wird.

Bei dem galvanischen Versuche ist nun dieselbe Empfindung des Versinkens des Stuhles nach der Kathode, mit anderen Worten der geringeren Arbeitsleistung der entsprechenden Muskeln vorhanden, während den Letzteren gleichwohl die mechanischen Bewegungen zur ungestörten Weiterleistung der bisherigen Arbeit nicht entzogen sind und dieselben allerdings auch noch in dem Momente der eintretenden Sinnestäuschung die normale Arbeit leisten. Nach den angeführten Versuchen und den daran geknüpften Erwägungen muss nothwendigerweise angenommen werden, dass die in Rede stehende Kette von Empfindung und Bewegung durch eine eigenthümliche, je nach der einwirkenden Elektrode verschiedene Beeinflussung der cerebralen Vorgänge hervorgebracht wird.

Halten wir zunächst nur den wahrnehmbaren Effect dieser indirecten Beeinflussung der Körpermuskulatur noch einmal mit dem zusammen, was wir an den Augen wahrnehmen, so kommen wir wie-

der auf den oben schon angedeuteten Umstand zurück, dass nicht nur die Muskulatur des Körpers, sondern auch die der Augen unter dem Einflusse des Galvanismus derart veränderte Impulse erhält, dass die Medianebenen Beider nach der Anode geneigt werden, während eine angemessene Verstärkung des Reizes der entgegengesetzten Bewegung, was die Augen angeht, zur Herrschaft verhilft. Danach scheint mir die Annahme sehr nahe zu liegen, dass die eine der beiden Augenbewegungen auf einer ähnlichen Beeinflussung eines centralen Organes für die gemeinsame Augenmuskelinnervation beruht, wie ich dies soeben für die übrige willkürliche Muskulatur nachzuweisen mich bemühte. Das würde also eine Abschwächung der Wahrnehmung von der Arbeitsleistung aller derjenigen Muskeln bedeuten, welche die Augen in der einen von beiden Richtungen bewegen.

Es ist nicht zu verkennen, dass diesen Deutungsversuchen sich eine Menge von Schwierigkeiten entgegenstellen, welche zur Vorsicht im Ausdrucke mahnen. Eine dieser Schwierigkeiten liegt eben darin, dass bei starken Strömen der ganze Mensch nach rechts, die Augen aber nach links gezogen werden. Man kann dies in folgender Weise erklären. Diejenigen Muskeln, welche das Auge nach links drehen, haben einen gemeinschaftlichen Innervationsheerd, und correspondiren rücksichtlich dessen Lage der linksseitigen Körpermuskulatur. Die physiologische Berechtigung zu dieser Annahme ist nach den Untersuchungen von Adamück,[1]) denen ich Aehnliches beweisende eigene Erfahrungen anreihen kann, vollkommen vorhanden. Nach Adamück dreht der rechte vordere Vierhügel beide Augen nach links, und der linke beide Augen nach rechts. Selbstverständlich ist damit die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die gleiche Verknüpfung der coordinirten Function noch in mehr central gelegenen Hirnbezirken stattfindet.[2]) Jedenfalls geht aber daraus hervor, dass eine Centralstelle für die Drehung des (Hering'schen) Doppelauges nach links

---

1) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, 1870, 5.

2) Ich habe anderweitige Veranlassung, anzunehmen, dass die vorderen Vierhügel für die Augenbewegungen nur etwa die gleiche Dignität beanspruchen können, wie das Rückenmark für andere willkürliche Bewegungen.

auf derselben Seite zu suchen ist, wie die Innervationsstätte der übrigen linksseitigen Muskulatur, nämlich rechts, und dass folglich diese beiden Centra unter die Einwirkung derselben Elektrode fallen.

Hieraus entstehen zwei Fragen: 1) wie es denn zugeht, dass durch die gleiche Art der Einwirkung die Körpermuskulatur veranlasst wird, den Körper nach rechts, und die Augenmuskulatur die Augen nach links zu drehen; denn die aus dem Donders-Listing'schen Gesetze abgeleitete Erklärung reicht selbstverständlich keineswegs für das Ueberwiegen der nach links gerichteten Bewegung aus; — 2) woher die andere Augenbewegung rührt, welche die Bulbi nach der Anode, nach rechts dreht?

Die Beantwortung der ersten Frage lässt sich aus der Verschiedenartigkeit der Aufgabe ableiten, welche den beiden zu vergleichenden Muskelsystemen obliegt. Die Körpermuskulatur hat den Körper im Gleichgewichte zu erhalten. Bei einem wirklichen oder scheinbaren Verluste des Gleichgewichtes werden deshalb von dem das Gleichgewicht regulirenden Centralorgane solche Motoren mit einem Reizzuwachse versehen, welche die Störung auszugleichen geeignet sind. Diese müssen aber keineswegs der Körperhälfte angehören, nach der die Störung, event. die zu geringe Arbeitsleistung durch die Empfindung projicirt wird, und sie gehören ihr auch im vorliegenden Falle nicht an. Denn weil wir nach links zu fallen glauben, werfen wir uns durch stärkere Innervation der rechten Seite nach rechts.

Bei den Augen liegt die Sache ganz anders. Wenn hier dem Centralorgane für die richtige Vertheilung der Impulse durch die Anode künstlich der Eindruck beigebracht wird, dass eine Muskelgruppe eine ungebührlich geringe Arbeit leistet, so erwächst ihm dadurch nicht die Aufgabe, etwa das Fallen des Auges nach der Seite dieser Muskelgruppe, sondern vielmehr die Drehung nach der der Antagonisten zu verhindern. Das gedachte Centralorgan wird also den anscheinend trägen Muskeln stärkere Impulse als die erforderlichen zuwenden, und dadurch das Auge nach ihrer Seite, nach der Kathode, nach links drehen. Bis hierher wäre die Erklärung ziemlich einfach,

Die Beantwortung der anderen Frage, welcher Ursache die nach der Anode gerichtete Bulbusbewegung zuzuschreiben ist, verlangt bei Weitem grössere Concessionen an die Hypothese. Durch die Einwirkung der anderen Elektrode auf das symmetrische Organ der anderen Seite lässt sich nichts Weiteres als das bisher Gefundene erklären; denn man würde in dieser Beziehung nur zu dem Schlusse berechtigt sein, dass diese Elektrode dem Gleichgewichtsorgane eine vergrösserte Arbeitsleistung der antagonistischen (rechtsseitigen) Augenmuskulatur vortäuscht und dadurch einen schwächer zugemessenen Impuls auslöst. Dies würde aber wiederum nur einer Augenbewegung nach links entsprechen.

Es bleibt nichts übrig als dass man entsprechend der doppelten Art der Augenbewegung, welche in zwei Zeiten fällt, auch einen zweizeitigen Vorgang im Gehirne annimmt, welcher sich abwechselnd in zwei Organen von verschiedener Function abspielt, oder vielmehr in einem Systeme, wo eine Verknüpfung beider Organe stattfindet.

Die Function zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes ist als eine Art continuirlichen Reflexvorganges aufzufassen, bei dem gewisse, durch das Verhältniss der Leistung der Körpermuskulatur bedingte Reize zu einem Centralorgane geleitet werden, und in diesem als Reflex die zur äquilibrirten Haltung des Körpers zweckmässige Vertheilung der motorischen Innervation auslösen. Dass dieses Centralorgan mit dem der psychischen Fähigkeiten nicht identisch ist, beweisen die schönen Versuche von Flourens und Goltz. Wenn Flourens Thieren das Gehirn mit Ausnahme des Cerebellum nahm, hielten sie, selbst bei durch Reize ausgelösten Ortsbewegungen, das Gleichgewicht aufrecht. Nahm er ihnen indessen dieses Organ, so war die Harmonie der Bewegungen dahin. (Nach den Versuchen von Goltz scheint das Cerebellum sich in diese Function, mindestens beim Frosch, mit den Lobis opticis zu theilen.) Es geht daraus hervor, dass die Dazwischenkunft psychischer Thätigkeit zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes wenigstens bei diesen Thieren nicht erforderlich ist.

Andererseits ist es aber klar, dass die psychischen Thätigkeiten — der Wille — mit grosser Macht in die Verrichtungen des Gleichgewichtsorgans einzugreifen vermögen. Eine Ballettänzerin gelangt

durch Uebung dahin, ihren Körper in Stellungen zu bringen und zu erhalten, bei denen der Schwerpunkt so wenig als möglich unterstützt ist, und die von der Natur gewiss nicht vorgesehen wurden. Selbst der abgerichtete Pudel erlangt in diesen Kunststücken eine nicht zu unterschätzende Fertigkeit.

Wenn nun auch bei denjenigen Stellungen und Haltungen, welche dem ungekünstelten Hergang der Dinge eigen sind, der Eingriff des Willensorgans in das Ressort des Gleichgewichtsorgans weniger in die Augen springt, so wird doch wohl Niemand annehmen wollen, dass diese beiden Maschinerien in dem unversehrten Organismus unabhängig die eine von der anderen, neben einander arbeiteten, etwa wie das Kleinhirn in dem seines Grosshirns beraubten Thiere. Man wird vielmehr bei allen Bewegungsvorgängen, auch bei solchen, die scheinbar ohne den Willen zu Stande kommen — und die ich deshalb in dieser Abhandlung schon mehrmals unbewusst willkürliche[1]) nannte — eine Concurrenz des Willensorganes anzunehmen haben.

Wenn nun das eigentliche Seelenorgan, unter dem ich das Organ der höheren psychischen Functionen verstehe, einen Einfluss auf das Gleichgewichtsorgan ausüben soll, so muss nothwendigerweise ein materieller Zusammenhang zwischen Beiden durch irgend welche Leitungsbahnen existiren, und es muss dann auch die Möglichkeit vorliegen, an dem Orte, wo diese Leitungsbahnen sich mit dem Gleichgewichtsorgane verbinden, Beide gemeinschaftlich zu beeinflussen. Ja, es ist sogar im höchsten Grade wahrscheinlich, dass, wenn es gelänge, das Seelenorgan in einer ähnlichen Weise direct zu beeinflussen, wie wir es nach dem Inhalte dieser Abhandlung mit dem Gleichgewichtsorgane unzweifelhaft vermögen, dass man diese Beeinflussung an der Function des Gleichgewichtsorgans würde nachweisen können. Ich lasse dies dahingestellt sein.

Nehmen wir nun an, dass die dem Gleichgewichtsorgane von dem Seelenorgane zuströmenden Erregungen beiderseits eine gleiche Reizgrösse haben, so wird der Reizeffect selbstverständlich verändert werden, wenn ich an einer Stelle der Leitungsbahn die Er-

---

1) Dieser Ausdruck ist nach der Analogie des von (Kant) Helmholtz eingeführten — unbewusster Schluss — gebildet.

regbarkeit dieser selbst einseitig verändere. Wenn demnach das Doppelauge durch ein linksseitiges, unter der Herrschaft des Gleichgewichtsorgans stehendes Centralorgan nach rechts gedreht wird, und ich vermag durch einen fremden Factor die Erregbarkeit der hier von dem Willensorgane aus einmündenden Bahnen zu erhöhen (resp. die Erregbarkeit der antagonistischen Bahnen einseitig oder gleichzeitig zu erniedrigen), so ist es klar, dass die Function des nach rechts Drehens mit dem Momente der Einführung dieses Factors anwachsen wird. Kann man also den Beweis führen, dass die angewendete Elektrisationsmethode ihren anderweitig bekannten Eigenschaften nach im Stande ist, die vorausgesetzten Erregbarkeitsveränderungen hervorzubringen, so lässt sich die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, dass die Drehung nach rechts auf dem angenommenen Wege erfolgt. Etwas direct dagegen Sprechendes wird mir nicht ersichtlich; ebensowenig ist aber ein directer Beweis geliefert, dass dem wirklich so sei. Die Methode besitzt wenigsten, wie oben (S. 215 f.) gezeigt worden ist, die von ihr verlangten Eigenschaften in der That. Gleichwohl muss dieser Erklärungsversuch vorläufig als reiner Nothbehelf betrachtet werden. Wenn nachgewiesen würde, dass die eigenthümliche Wirkung der Pole die Hirnsubstanz nicht unmittelbar, sondern vielmehr durch Vermittelung anderer Factoren angreift, so müsste dieser Erklärungsversuch bereits modificirt werden.

Fassen wir das an den einzelnen Stellen dieser Abhandlung über den galvanischen Nystagmus Gesagte zusammen, so würde sich folgende Erklärung ergeben. Im Momente des Kettenschlusses wird der Einfuss des Willensorganes auf das Organ, welches die gleichmässige Vertheilung der Augenmuskelimpulse regelt, linksseitig künstlich gesteigert, rechtsseitig herabgesetzt. In Folge dessen erfolgt eine Augendrehung in der Zugrichtung der rechtsseitigen Muskulatur des Doppelauges. Unterdessen ist aber in dem Gleichgewichtsorgane selbst der Eindruck verminderter Arbeitsleistung der linksseitigen Augenmuskulatur derart angewachsen, dass er verstärkte Impulse in den betreffenden Nervenbahnen auslöst, d. h. also das Auge wieder nach links dreht. — Die Grösse dieses Eindruckes kann durch

das Zusammenwirken verschiedener Factoren bedingt werden: nämlich 1) direct durch den Galvanismus; 2) durch in der That geringere Arbeitsleistung, die mit Verschiebung des Auges in entgegengesetzter Richtung in die Erscheinung tritt; 3) durch unbestimmte, abnorme Muskelempfindungen, die durch abweichend vom Donders-Listing'schen Gesetz erfolgende Raddrehungen ausgelöst werden.

Man kann annehmen, dass der die Augen nach links drehende Bewegungsimpuls dem Willensorgane Seitens des Gleichgewichtsorganes abgefordert wird. In diesem Falle würde derselbe wesentlich zur Bildung der Scheinbewegung der Gesichtsobjecte beitragen. Man wird aber durch die bisherigen Untersuchungen nicht verhindert, anzunehmen, dass der fragliche Bewegungsimpuls durch das Gleichgewichtsorgan selbst vermittelst einer ihm innewohnenden Regulationskraft hervorgebracht wird. In diesem Falle würde die Scheinbewegung der Gesichtsobjecte vielleicht lediglich auf die ohne Dazwischentreten von Willensimpulsen erfolgende Verschiebung der Gesichtslinie zu beziehen sein. Wahrscheinlicher ist die erste Annahme, da man bei dem sich an der Körpermuskulatur abspielenden analogen Vorgange die Empfindung der willkürlichen Bewegung hat. Dass man diese Empfindung an der Augenmuskulatur nicht hat, erklärt sich insofern aus dem normalen Verhalten, als die Muskelempfindung bei nicht ermüdeten Muskeln eine Function der bewegten Last und der erfolgten Verkürzung ist, und Beide bei nicht excessiven Augenbewegungen nur geringe Werthe besitzen.

Für dieses Verhalten ist es sehr charakteristisch, dass ein Streit zwischen namhaften Gelehrten darüber möglich ist, ob bei gewissen optischen Erscheinungen Bulbusbewegungen vorhanden sind oder nicht.

Es hat nach unseren Anschauungen nun nichts Befremdendes mehr, dass die galvanischen Augenbewegungen in einem rhythmischen Typus auftreten. Die Function der Gleichgewichtsregulirung steht ihrer physiologischen Dignität nach etwa in der Mitte zwischen Reflex- und automatischen Bewegungen. Bei den Letzteren ist rhythmischer Typus die Regel und selbst der continuirliche Typus wird

von der Mehrzahl der Physiologen als eine Art aus dem Rhythmus hervorgegangener Tetanus aufgefasst. Es ist klar, dass ein sich in jedem Augenblicke reproducirender Reflexvorgang ebenfalls je nach der Schnelligkeit in der Aufeinanderfolge der einzelnen Reize und der Grösse der zu überwindenden Widerstände alle Modalitäten des Rhythmus bis zu einer continuirlichen Bewegung veranschaulichen kann. Wenn man sich nun vorstellt, dass eine bestimmte, intermediäre Augenstellung durch die Einwirkung einer bestimmten Zahl von Sinneseindrücken auf einem dem Reflexe ähnlichen Wege ausgelöst wird, so ist damit schon ausgesprochen, dass jede Verminderung in dem Mass jener Sinneseindrücke, oder der in den betretenen Bahnen vorhandenen Widerstände eine Aenderung des durch die gegebene Augenstellung repräsentirten Bewegungstypus setzen kann. L. Herrmann[1]) gebraucht (nach Rosenthal) ein sehr gutes Bild um den Rhythmus automatischer Bewegungen zu erklären. „Die dadurch (continuirliches Freiwerden von Kräften) bewirkte Erregung der Nervenfaser braucht indess deshalb nicht continuirlich zu sein; denkt man sich nämlich, dass die freiwerdenden Kräfte einen gewissen Widerstand zu überwinden haben, ehe sie auslösend auf die Nervenfaser wirken können, so ist die Folge, dass sie sich jedesmal vorher bis zu einer gewissen Spannung aufspeichern müssen, ähnlich wie ein continuirlich durch eine Röhre unter Wasser geleitetes Gas in diesem nicht continuirlich, sondern intermittirend in Blasen von einer gewissen Grösse aufsteigt, in dem es sich in der Röhre jedesmal bis zu einem Drucke ansammelt, welcher hinreicht, den Widerstand der Cohäsion des Wassers zu überwinden."

Ich habe in dem Capitel IV auf das Evidenteste nachgewiesen, dass im gegebenen Falle der Galvanismus in der That eine Rolle spielt, welche der des Gases in dem angeführten Bilde ungemein ähnlich ist. Auch der Galvanismus wirkt in der Art einer vor sich gehenden Summirung von Reizen, — zeitlich zusammenfallend mit Drehung nach der einen Seite — die von Zeit zu Zeit von einer Entladung — Drehung nach der anderen Seite unterbrochen wird. Je stärker der Reiz, um so schneller ist die erforderliche Summe

1) Grundriss der Physiologie 2. Aufl. Berlin 1867.

erreicht, um so schneller erfolgen die einzelnen Entladungen. So erklärt sich die zunehmende Geschwindigkeit des Rhythmus bei Vergrösserung der galvanischen Kette. —

Wir hatten oben S. 228 die erste der drei aufgeworfenen Fragen dahin beantwortet, „*dass die Schwindelempfindungen in ihrem optischen Theile Folge der galvanischen Augenbewegungen sind.*“ Nach den S. 230 ff. gegebenen Auseinandersetzungen können wir diese Antwort jetzt dahin vervollständigen, *dass die andere Hälfte der Schwindelempfindungen, insofern sie den eigenen Körper betreffen, von einer directen Beeinflussung des Gleichgewichtsorganes abhängt.*

Die zweite Frage lautete: *Sind die unwillkürlichen Augenbewegungen eine Folge der Schwindelempfindungen?* Wenn man die Schwindelempfindung als einen durch gestörtes Muskelgefühl erzeugten psychischen Vorgang definirt, so kann man die nach der Kathode gerichtete Bulbusbewegung in Folge der S. 233 f. gegebenen Auseinandersetzungen als eine *innerhalb* dieses Vorganges ausgelöste Bewegung betrachten, ohne dass damit behauptet wäre, dass die Auslösung erst am centralsten Ende der Kette, nämlich da, wo die räumliche und die Bewegungsvorstellung gebildet wird, einträte. Vielmehr soll nicht ausgeschlossen werden, dass dieselbe nur einer Zwischenstation bedarf. *Demnach kann man die nach der Kathode gerichtete Bulbusbewegung als durch gestörtes Muskelgefühl — Schwindel — auf indirectem Wege hervorgebracht auffassen.*

Es muss dem Leser überlassen werden, sich aus dem Texte der Abhandlung selbst ein Urtheil zu bilden, in wie weit die gestellten Fragen jetzt schon einer weiteren, namentlich einer positiv gehaltenen Beantwortung fähig sind. In jedem Falle dürfte es einleuchten, dass die von uns gegebenen Erklärungen der einzelnen Reizeffecte in ähnlicher Weise ineinandergreifen, wie die normalen Lebensäusserungen des optischen Apparates und des Apparates der willkürlichen Bewegung. So wenig wir unsere Anschauungen also auch der Ueberzeugung des Lesers aufdrängen möchten, so sehr scheinen sie uns doch durch ein solches Verhalten gestützt zu werden.

VI. Schluss.

Es bleibt uns noch übrig, einige Punkte zu besprechen, welche in dem Rahmen der übrigen Capitel den an und für sich schon verwickelten Gegenstand noch weniger übersichtlich gemacht hätten.

1. Ueber den Ort der Einwirkung des Galvanismus.

Alle Versuche — physiologische wie therapeutische — welche am unversehrten Organismus ausgeführt werden, am meisten aber die neuroelektrischen und mit ihnen auch die vorliegenden, sind als nicht rein und nicht mit der wünschenswerthen Durchsichtigkeit ausgestattet, zu betrachten. Die Schutzlosigkeit gegen die directe und indirecte Einwirkung der Reize auf mehrere Organe statt auf nur Eins, verlangt immer einige Reserve in der Beurtheilung erzielter Reizeffecte. Nicht minder verkehrt als die Vernachlässigung dieser Reserve würde aber ein Verfahren sein, welches auf den alleinigen Grund der Möglichkeit von Fehlerquellen dieselben ohne ausreichende anderweitige Begründung zu Erklärungen benutzen wollte. Meinerseits will ich versuchen, den von mir eingenommenen Standpunkt, soweit es im Augenblicke möglich ist, zu klären.

Ich zweifle nicht, dass einige Autoren behaupten werden, die geschilderten Reizeffecte kämen auf dem Wege des Reflexes zu Stande. In dieser Beziehung ist schon so Ungeheuerliches geleistet, dass ich auch meine Versuche einer gleichartigen Erklärung für zugänglich halten muss. Da ich mir indessen nicht vorstellen kann, wie das etwa gemacht werden könnte, will ich einen solchen Deutungsversuch erwarten.

In einem früheren Abschnitte hatte ich nachgewiesen, dass die galvanischen Augenbewegungen nur durch Vermittelung cerebraler Centren hervorgebracht sein können, rücksichtlich der anderweitigen Symptome von Schwindel — bedarf es eines solchen Nachweises nicht. Es könnte aber ein Zweifel bestehen, ob der Reiz auf das Centralorgan direct oder indirect, namentlich durch Vermittelung des den Einströmungsstellen sehr nahe liegenden Halssympathicus wirkt. Dieser dunkle Nerv erfreut sich bekanntlich einer so beträchtlichen

Sympathie Seitens vieler Elektrotherapeuten und einzelner Neuropathologen, dass ihm ein Haupt- oder Nebenamt von diesen bei der Pathogenese, von jenen bei der Therapie höchst verschiedener Krankheiten zugewiesen zu werden pflegt. Wenn also der Sympathicus auch nichts mit den Blutgefässen und der Pupille zu thun hätte, so würde ich gleichwohl sein Eindringen auch in diese Frage abzuwehren haben.

Aus den Versuchen über die Symptome des Drehschwindels, welche ich noch zu referiren gedenke, wird hervorgehen, dass elektrische Reizung des Sympathicus keinenfalls eine nothwendige Bedingung unserer Reizeffecte bildet. Ausserdem wird seine Betheiligung auch a priori um deswillen unwahrscheinlich, weil man dieselben, wie oben erwähnt, ebenfalls vom Hinterhaupt und Nacken, ja sogar vom Vorderkopf aus hervorbringen kann. Indessen könnte man einwenden, dass von jenen Stellen her Stromschleifen zu den sympathischen Nerven gelangten, welche hinreichend stark wären, um Gefässverengerung der einen und Gefässerweiterung der anderen Hirnhälfte auszulösen; denn so würde man sich doch etwa die Wirkung der Sympathicus-Reizung vorzustellen haben. Jedoch kann davon wohl nicht füglich die Rede sein, wenn man berücksichtigt, dass Verschiebung der Elektroden in der Richtung der Grenzstränge selbst eben keinen Reizeffect zur Folge hat. Die Grösse des Reizeffectes nimmt sogar mit der Entfernung vom Gehirn, selbst wenn beide Elektroden über den Grenzsträngen stehen, ungemein schnell ab. Da also die Entfernung von bestimmten Theilen des Gehirns wesentlich, die Entfernung von den Grenzsträngen aber unwesentlich ist, so liegt kein Grund vor, den Sympathicus zu Erklärungen heranzuziehen.

Das Verhalten der Pupille erheischt noch einige Bemerkungen. Eulenburg und Schmidt[1]) haben Versuche über den Einfluss ähnlicher Galvanisationsmethoden auf die Pupille angestellt. Wenn sie die Pole einer Batterie von 20—40 Elementen an die den ersten Halsganglien entsprechenden Stellen applicirten, weniger deutlich, wenn sich ein Pol auf dem Manubrium sterni befand, konnten sie

1) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1869. Nr. 21 u. 22.

minimale Pupillenveränderungen durch die Referate subjectiver Wahrnehmungen der Versuchspersonen (Pupilloskop von Houdin) constatiren. Es ist bedauerlich, dass sie denjenigen Personen, welchen 20 Elemente solche subjectiven Erscheinungen bereiteten, nicht die bei Anderen angewendeten 40 Elemente applicirt haben. Vielleicht wäre es dann vorwiegend zu objectiv wahrnehmbaren Dingen gekommen. Aber gesetzt den Fall, diese Pupillenveränderungen wären zweifelsohne constatirt, so ist mir nicht ersichtlich woher auch nur das geringste Recht stammen soll, dieselben mit den genannten Forschern ohne Weiteres auf den Sympathicus zu beziehen. Abgesehen von dem Einflusse des bei 20—40 Elementen doch nennenswerthen Schmerzes, abgesehen von dem mit Sicherheit anzunehmenden Vordringen starker Stromschleifen zu den Vierhügeln, treten bei diesen Galvanisationsmethoden stets subjective Lichtempfindungen ein, so dass jedenfalls der Opticus, wahrscheinlich der ganze Bulbus mit in den Bereich des Stromes gezogen wird. Es ist schwer zu verstehen, wie diese Momente so ganz ausser Acht gelassen werden konnten. Ich überlasse eine weitergehende Kritik dieser Arbeit gern Solchen, die sie zu wiederholen geneigt sind, kann aber doch meine Verwunderung nicht verbergen, dass jene Autoren, wenn sie öfter den Strom von 40 Ell. durch die oberste Halsgegend leiteten, zwar constant subjective Pupillenphänomene, aber niemals objectiv wahrnehmbare galvanische Augenbewegungen beobachtet haben.

Bei den von mir angewendeten Reizmethoden habe ich Pupillenphänomene nicht selten beobachtet. Unter etwa 300 Reizversuchen finde ich 47 mal, also in etwa 16 pCt. zweifellose Anomalieen verzeichnet; Zweifelhaftes wurde viel öfter beobachtet, übrigens nicht immer notirt. Von diesen 47 Beobachtungen betrafen nur 18 Personen mit gesunden Sehapparaten, die übrigen 29 beziehen sich auf Augenkranke, obwohl bei Weitem mehr von der ersteren, als der letzteren Gruppe untersucht wurden. Die Pupillen der Blinden zeigten jedoch niemals irgend welche Veränderungen.

Es gelang mir nicht, irgend ein Gesetz für die Pupillenreaction aufzufinden, und ich glaube nicht, dass dies überhaupt möglich sein wird, denn es gelang mir wenigstens, mich von der ungleichen Wirkung der gleichen Reizmomente zu überzeugen. Die häufigste Ano-

malie war abnorme Beweglichkeit beider oder seltener einer Pupille; dabei erweitern und verengern die Pupillen sich abwechselnd, manchmal in einem Rhythmus gleich dem der Bulbusbewegungen. In mehreren Fällen waren die Pupillen nur erweitert, bei anderen bestanden Differenzen zwischen der Weite beider, z. B. bei mir selbst. (20 Elemente, 20^0 Galvanoskopausschlag, Kathoden-Pupille erweitert.) In einem Falle zeigte die Iris der Kathoden-Seite eine Ausstülpung ihres freien Randes an der inneren, unteren Peripherie (Dr. Bonvetsch). Ein an der Iris Gesunder hatte eine von Oben nach Unten, ein anderer eine herzförmig verzogene Pupille. Bei heilender Mydriasis paralytica waren solche, manchmal sehr wunderlichen Verziehungen eigentlich die Regel. Ich habe dabei wahrhaft amöboide Bewegungen des freien Randes der Iris, Verlegung des Sehloches nach der Peripherie der Iris hin u. s. w. beobachtet.

Wie mir scheint, kann man diese Reizeffecte nicht wohl dem Sympathicus zuschreiben, man müsste diesem Nerven denn jedwede specifische Energie absprechen. Viel wahrscheinlicher ist es, dass der Reiz an einer Stelle angreift, wo Sympathicus- und Oculomotorius-Bahnen nahe bei einander liegen oder zu einem Systeme vereinigt sind, und dass die am peripheren Ende bald dieser, bald jener Bahn wahrnehmbaren Schwankungen in der Grösse des Reizeffectes auf Innenverhältnisse des gereizten Organes zurückzuführen sind, die sich wegen dessen Complicirtheit unserer Beurtheilung entziehen. Das Verhalten der Pupille bei heilender Mydriasis paralytica ist wesentlich geeignet, diese Annahme zu unterstützen. Die Widerstände in der Bahn des Oculomotorius sind offenbar noch zu gross, um der normalen Innervation die Ueberwindung des Dilatator zu gestatten. Mit dem galvanischen Reizzuwachse kommt dieselbe aber in mehr oder weniger vollkommener Weise zu Stande. Sind indessen beide Bahnen und das Centrum gesund, so ist bei Reizung des Letzteren ein Vorwiegen der einen oder der anderen Innervation von vornherein weniger leicht zu erwarten.

Wenn ich mich nun auch auf das Entschiedenste gegen das Heranziehen des Nerv. sympathicus zur Erklärung unserer Reizeffecte aussprechen muss, so bin ich doch weit davon entfernt, in Abrede stellen zu wollen, dass mancherlei für eine Vermittelung durch die

vasomotorischen Nerven des Gehirns spricht. Ich halte es also, wie ich schon an mehreren Stellen der Abhandlung andeutete, für möglich, dass eine elektrotonisirende Wirkung auf die Nervensubstanz des Gehirns selbst überhaupt nicht oder nur in untergeordnetem Masse stattfindet, und dass direct nur die das Gefässkaliber beherrschenden Nerven beeinflusst werden. —

Auf Vermuthungen, welcher Hirntheil etwa die Summe unserer Reizeffecte auslösen könnte, gedenke ich mich hier um so weniger einzulassen, als ich dieser Frage auf anderem Wege[1]) bereits näher getreten bin. Vor der Hand genüge die fast zur Gewissheit erhobene Wahrscheinlichkeit, dass wir es in der That mit dem Gehirne direct zu thun haben. Dass nicht nur Läsionen der Vierhügel, sondern auch solche des Pons, der Kleinhirnschenkel und des Kleinhirns selbst zu pathologischen Störungen ähnlicher Art führen, kann als bekannt vorausgesetzt werden. —

Die Thatsache scheint mir nun ausserdem unzweifelhaft festgestellt, dass wir durch Einführung eines modificirbaren fremden Factors in die Oekonomie des Gehirns nach Gefallen vermögen, gewissen Bezirken unserer Vorstellungen eine verblasstere oder lebhaftere Färbung mitzutheilen. Soweit mindestens reicht das rein Thatsächliche, von jeder Deutung Unabhängige, und hierin liegt vielleicht die über Specialinteressen hinausreichende Tragweite dieser Untersuchungen.

2. Ueber den therapeutischen Werth der Methode

bezüglich der Augenmuskellähmungen kann ich, was seine Grösse angeht, mir ein massgebendes Urtheil wegen Mangel an geeignetem Materiale nicht zuschreiben. Nirgends mehr als hier kann einzig die Statistik entscheiden, und diese muss sich, um irgend etwas zu bedeuten, auf grosse Zahlen stützen, über die ich noch nicht verfüge. Am wenigsten möchte ich dieser Methode eine grössere Wirkung zuschreiben, als der von Benedikt, welche in Streichen mit der Kathode in der Gegend des gelähmten Muskels besteht. Andererseits kann ich mit Bestimmtheit aussagen, dass man auf diese

---

1) Vgl. hierzu die Abhandlung XI.

Weise Augenmuskellähmungen bessern und heilen kann. Man nimmt dies, und zwar sofort in sehr evidenter Weise sowohl an der Abnahme des absoluten Bewegungsdefects, insbesondere auch bei vollkommener Lähmung des Levator palpebr. sup., als an der Veränderung in der Stellung der Doppelbilder wahr. Bei anderen Fällen sieht man wieder gar keinen Erfolg. Freilich besserten sich diese auch bei der Anwendung der Benedikt'schen Methode um nichts; auch M. Meyer's Methode (starke faradische Ströme auf die Haut) leistete dann nicht das Mindeste.

Nach Szokalsky soll man die Muskeln vom Bindesack aus mit faradischen Strömen direct zu reizen suchen. Ich habe mich zu diesem Verfahren nicht entschliessen mögen. Denn mit so schwachen Strömen, wie Szokalsky sie empfiehlt, wird man in den Muskeln, insofern die Elektrode ihnen doch nicht genügend genähert werden kann, eine nennenswerthe Stromdichte kaum erzielen, und stärkere Ströme verbieten sich von selbst. Auch glaube ich nach der Analogie anderer Lähmungen nicht, dass sich durch dieses Verfahren mehr erreichen lassen würde. Es muss als Ausnahme betrachtet werden, wenn in der Elektrotherapie von zwei an und für sich zweckmässigen Methoden die eine dann etwas leistet, wenn die andere gänzlich resultatlos geblieben ist. Von um so grösserem Werthe ist es für diejenigen Fälle, bei denen nach anfänglicher Besserung Stillstand eintritt, verschiedene Methoden zur Disposition zu haben.

3. Ueber das Verhältniss des Drehschwindels zu den galvanischen Reizeffecten.

Die Erscheinungen des Drehschwindels sind von Purkinje mit der ihm eigenen Detaillirung studirt worden und ich verweise deshalb wegen alles Specielleren auf die angeführte Abhandlung. Es genüge hier, daran zu erinnern, dass nach einer gewissen Zahl von Rotationen Scheinbewegungen der Gesichtsobjecte und abnorme Muskelempfindungen in gesetzmässiger Weise auftreten. Sonderbarerweise hat Purkinje versäumt, die ihm sicherlich bekannte Richtung dieser Scheinbewegungen anzugeben.[1]) Helmholtz hingegen[2]) sagt über

1) Vgl. hierzu die nächstfolgende Abhandlung.

2) A. a. O. S. 603.

den Drehschwindel Folgendes: „Ich finde, dass nach einer Drehung mit geschlossenen Augen diese Art der Scheinbewegung nicht eintritt, sobald man die Augen erst öffnet, wenn man wirklich bis zum festen Stehen gekommen ist. Thut man es früher, so tritt eine Scheinbewegung der Gegenstände, entgegengesetzt der bisherigen Drehung des Körpers, ein; aber man überzeugt sich auch leicht, dass der Körper auf den Füssen noch etwa eine Viertelkreisdrehung ausführt, ehe er wirklich zur Ruhe kommt, zu einer Zeit, wo man ihn schon für ruhend hält. Dann ist also eine Täuschung über die Haltung des Körpers Ursache der Scheinbewegung der Objecte."

Während die angeführten Facta dem Sachverhalte vollkommen entsprechen, bin ich nicht in der Lage, der Ansicht des berühmten Forschers über ihre Ursache beizutreten. Wenn man nämlich den Versuch derart variirt, dass man das rotirende Individuum im Momente des Stillstehens unverrückbar festhält, so kommt es doch zu einer Scheinbewegung der Gesichtsobjecte, die nun nicht auf der fraglichen Täuschung beruhen kann. Unter diesen Umständen nahm Helmholtz die Scheinbewegung bei den betreffenden Versuchen wahrscheinlich um deswillen nicht wahr, weil er zwischen dem Rotiren und dem Oeffnen der Augen zu lange Zeit verstreichen liess.

Betrachtet man aber die Augen der Versuchsperson, so findet man einen Nystagmus, der ebenso gesetzmässig wie der galvanische vor sich geht, und der es folglich erlaubt, die Erscheinungen des Drehschwindels gewissen Formen der galvanischen Reizung parallel zu setzen. Die nach dem Drehen von links nach rechts bei der gewöhnlichen Kopfhaltung auftretenden Reizeffecte entsprechen genau den bei der oben immer vorausgesetzten Reizmethode (Anode rechte — Kathode linke Fossa mastoidea) vorhandenen, d. h. die kurze, ruckweise vor sich gehende Augenbewegung und die Scheinbewegung der Gesichtsobjecte sind nach links gerichtet. Beide entsprechen übrigens weit häufiger der Bewegung eines liegenden Rades, und ausserdem geht die nach rechts gerichtete Bulbusbewegung mit bemerkenswerther Langsamkeit, manchmal aber mit einer ungemeinen Ausgiebigkeit vor sich.

Nach diesen neuen Thatsachen glaube ich denn sogar im Sinne von Helmholtz zu handeln, wenn ich die Scheinbewegung

auf die unbewussten Augenbewegungen nach dem obigen Schema beziehe. —

Es würde sich schliesslich fragen, wodurch bei dem Rotiren diese Augenbewegungen und die leicht zu constatirenden Störungen der anderweitigen Muskelsensibilität zu erklären sind. Purkinje verglich das Gehirn mit einem rotirenden Topfe Wasser, in welchem die Theilchen nach der Richtung der Tangente zur Peripherie der Drehbewegung zu entweichen suchen. Dadurch müssten bei den Verhältnissen des Gehirns Zerrungen der einen und Drückungen der anderen Hirnhälfte veranlasst werden. Dieser Vergleich erscheint mir vollkommen zutreffend, und auch gegen die Deutung habe ich für mein Theil nichts einzuwenden. Es würde dann der axiale Theil des Gehirns der Anode, und der periphere der Kathode entsprechen.

Ich habe wohl kaum nöthig, hinzuzufügen, dass hiermit das sub 3 gestellte Thema nicht im Entferntesten in seinen Details erledigt ist. Es ist vielmehr die Rücksicht auf den Raum, die mich abbrechen heisst.

In demjenigen Theile der vorliegenden Abhandlung, welcher die Deutung der, wie ich denke, reichlich vorgebrachten Thatsachen in sich schliesst, habe ich mir alle Mühe gegeben, der Darstellung den ihr ziemenden hypothetischen Charakter zu wahren. Manche Leser würden freilich eine mehr positive Darstellung vorziehen. Damit sind wir bisher auf diesem Gebiete aber doch nicht viel weiter gekommen. Wenn die Gehirnphysiologie auch mehr wie jeder andere Zweig der Wissenschaft das Bedürfniss der Hypothese hat und immer haben wird, so liegt die erste Bedingung für ihre Weiterentwickelung doch in der Bereitwilligkeit, jederzeit auf dieses, schon bei der Geburt den Stempel der Vergänglichkeit an sich tragende Bindemittel zu verzichten. So wird denn der grössere Theil der Leser und meine Nacharbeiter zumal es mir Dank wissen, dass ich diesen Stempel nicht zu verwischen suchte, dass sich die Behauptungen nur auf Erwiesenes stützen, und dass die Meinungen von den Gängen dieses Labyrinthes nur als solche vorgetragen werden.

X.

Bemerkungen zu der vorstehenden Abhandlung.

Seit dem Erscheinen der vorstehenden Abhandlung sind mehrere wichtige Bearbeitungen des gleichen Thema's publicirt worden. Wenn ich die von mir anlässlich derselben zu machenden Bemerkungen dem Texte meines eigenen Aufsatzes hätte beifügen wollen, so würde ich eine gleich unvortheilhafte Einschachtelung oder Ueberladung mit Anmerkungen nicht haben umgehen können. Ich ziehe deshalb vor die Angaben jedes einzelnen Autors, insoweit sie meine eigenen Versuche betreffen, gesondert zu besprechen. Dabei muss ich mich jedesmal auf das Wesentlichste beschränken; denn alle diese Arbeiten kamen erst in meine Hände, als der Druck meines Buches schon vorgeschritten war.

1) **W. Wundt,** Grundzüge der physiologischen Psychologie. Erste Hälfte. S. 207—221.

Wundt hat sich an dieser Stelle seines vortrefflichen und ein wahres Bedürfniss ausfüllenden Werkes meinen thatsächlichen Angaben sowohl als den aus ihnen abgeleiteten Folgerungen in vielen Stücken angeschlossen. Es sei mir indessen gestattet, mein Bedauern auszusprechen, dass Wundt nicht auch hier die kritische Methode der Darstellung in derselben Weise angewendet hat, wie es in diesem Buche überall mit so grossem Geschicke geschehen ist, nämlich in der Weise, dass er jeden Autor die Verantwortlichkeit für seine An-

gaben selbst tragen lässt. Man kann a. a. O. nicht unterscheiden, was dem Verfasser allein, und was ihm mit den citirten Gewährsmännern Purkinje, Brenner und mir gemeinschaftlich zu vertreten obliegt. Bei Fragen, welche eben erst in die Discussion wiedereintreten, scheint mir dies, in Lehrbüchern sonst allerdings kaum zu umgehende Verfahren nicht gerade zweckmässig.

Die einzige wesentliche Meinungsdifferenz zwischen Wundt und mir rücksichtlich der Thatsachen besteht darin, dass Wundt angiebt, die Augendrehung erfolge im ersten Momente der Stromdauer immer nach der Kathoden-Seite, während ich sie nach der Anoden-Seite gerichtet sein liess.

Es mag sein, dass ich mich über diesen Punkt nicht hinreichend bestimmt ausgesprochen habe; auch verkenne ich die Schwierigkeit der Beobachtung nicht. Denn wenn man die Elektroden in den Fossis mastoideis applicirt, wird der Kopf durch die Zusammenziehung der Hals- und Nackenmuskeln bewegt, während bei Reizung vor dem Ohre der Muskelast des Orbicularis palpebrarum erregt wird. In allen Fällen tritt sehr leicht reflectorischer Lidschluss ein, und wenn man stärkere Ströme anwendet, so folgen die Bulbusbewegungen mit solcher Rapidität, dass man gar kein Urtheil darüber gewinnen kann, welche von ihnen den Anfang macht. Dennoch glaubte ich mich überzeugt zu haben, dass es die nach der Anode Gerichtete sei.

Ich habe nun eine neue Reihe von Reizversuchen angestellt und durch diese mit der absolutesten Sicherheit constatirt, dass ich mich nicht getäuscht hatte, dass die Drehung immer zuerst nach der Anode, nie zuerst nach der Kathode gerichtet ist. Bei Anwendung gewisser Cautelen wird die Beobachtung sogar sehr leicht. Man muss nicht zu grosse Elektroden grade auf das äussere Ohr bringen, einen möglichst schwachen Strom schalten, und die Kette erst schliessen, nachdem man vorher ein Gefäss der Conjunctiva in's Auge gefasst hat. Dann vergeht ein Bruchtheil einer Secunde, bis eine Ortsveränderung des kleinen Gefässes eintritt, und dies erleichtert die Auffassung sehr. Ist der Strom eine Spur stärker, also z. B. bei einer zweiten Schliessung derselben Kette, so erfolgt die erste Drehung fast synchronisch mit dem Kettenschlusse, aber immer nach der Anode. Wenn man ein paar solcher Doppelversuche an-

stellt, ist es ganz unmöglich sich zu täuschen, so dass ich mir Wundt's abweichende Ansicht nur mit der Annahme erklären kann, dass er Ströme anwandte, welche für eine ruhige Beobachtung zu stark waren. Sehr überzeugend lässt sich der Versuch auch mit dem Oeffnungsreize anstellen. Man wartet unter Anwendung eines ganz schwachen Stromes bis der Bulbus wieder zur Ruhe gekommen ist. Wenn man nun öffnet, so erfolgt die erste, langsamere Drehung, wie zu erwarten, nach der Kathode.

Aus der eben besprochenen Annahme leitet nun Wundt eine Erklärung des den Schwindel begleitenden Nystagmus ab, welche ich übergehen könnte, da ich die Richtigkeit der zu Grunde liegenden Thatsache bestreite. Indessen möchte ich doch noch die Beweiskräftigkeit zweier anderer von diesem Forscher herbeigezogener Punkte, welche scheinbar als Prämissen dienen, bezweifeln.

Er lässt den Nystagmus so beginnen, dass im Momente des Kettenschlusses zunächst jedes Auge auf der linken Seite die Empfindung seiner Lage in der Orbita einbüsse, und damit gleichzeitig auch auf jeder linken Hälfte der Retina, durch eine elektrotonische Beeinflussung der Opticusbahnen des Kleinhirns, die Empfindung von der Beziehung des Sehfeldes zum Raume verliere. Auch ich hatte eine, auf jedem Auge halbseitige Störung gewisser Empfindungen angenommen; jedoch hatte ich in meinen Schluss nur die sogenannten Bewegungsempfindungen einbezogen. Hierfür war durch den experimentellen Nachweis, dass die motorischen Augennerven auf jeder Seite ein Centralorgan haben, welches das Doppelauge nach der anderen Seite dreht, eine thatsächliche Basis geschaffen. Wenn nun Wundt eine ähnliche Zusammenordnung der Fasern auch für den Opticus, sowie für die sensiblen Nerven der orbitalen Weichtheile annimmt, und dieses Centrum in das Kleinhirn verlegt, so ist das rein hypothetisch und darf meiner Ansicht nach als Prämisse nicht benutzt werden. Zweitens vermisse ich, jene Hypothese zugelassen, den Nachweis, dass halbseitige Anästhesie der Orbita oder Hemiopie zu Nystagmus oder zu Scheinbewegungen führt.

Ferner bemerkt Wundt, dass auch der Körper „häufig" zuerst nach der Seite der Kathode schwanke, und dann erst durch Drehung gegen die Anode das Gleichgewicht wieder her-

stelle. Ich hatte Angesichts der frappanten, bei diesen Versuchen eintretenden Dislocation des Kopfes und Körpers früher an die Möglichkeit eines primären Schwankens nach der Kathode gar nicht gedacht, und war deshalb gezwungen, diese Frage ganz von Neuem mit einer feineren Methode zu prüfen.

Um den Reizeffect möglichst zu objectiviren befestigte ich einen mit chinesischer Tusche gefärbten Pinsel auf dem Scheitel der sitzenden Versuchspersonen, und liess diesen auf ein Blatt Papier zeichnen. Auf diese Weise erhielt ich Bilder, welche allerdings einen viel complicirteren Vorgang andeuten, als es zu Anfang den Anschein hatte. Die Bewegungen des Kopfes und Körpers fallen nämlich nicht, wie ich früher annahm, lediglich in die Frontalebene, sondern die von dem Pinsel gemalte Curve deckt gleichzeitige, bald mehr, bald weniger starke Schwankungen nach beiden Dimensionen der Sagittalebene auf.

In vielen Fällen erhielt ich, sobald mehrere Schliessungen und Oeffnungen auf einander folgten eine, gewöhnlich unregelmässig aussehende Curve, welche auf dem Papiere von Hinten und der Seite der Kathode nach Vorn und der Seite der Anode, also in der Diagonale des Blattes vorrückte. Die Zergliederung der Curve zeigte, dass bei der Schliessung ein vorwiegend nach der Anode und bei der Oeffnung ein vorwiegend nach Vorn sehender Strich gemalt worden war. So kam es, dass das Ende der Curve nach der Seite der Anode und Vorn verschoben war. Längere Dauer des Stromes liess auch den Oeffnungsstrich entschieden länger ausfallen. Nach einer gewissen Zahl von Schliessungen und Oeffnungen hörte aber die Bewegung nach der Anode auf und nun kamen mehr nach Vorn und Hinten gerichtete sich deckende Striche zum Vorschein. Bei anderen Versuchen entstand ein mehr weniger diagonaler Strich, der absatzweise doppelt übertuscht war. Hier war der Kopf mit jeder Schliessung um ein beträchtliches Stück nach Vorn und gegen die Anode vorgerückt, und bei der Oeffnung um ein kleineres Stück in der entgegengesetzten Richtung zurückgewichen. Wieder andere Versuchspersonen zeigten neben jenen Bewegungen ein sehr deutliches Aufschnellen in verticaler Richtung. Endlich fand ich bei nochmaliger

Durchsicht meiner früheren Versuchsprotocolle, dass ich schon damals ganz ähnliche Bewegungen notirt hatte.

Diese Versuche finden sowohl in sich selbst als in den Versuchspersonen allerhand Schwierigkeiten, und sind ausserdem zeitraubend, so dass ich nicht behaupten darf, in der mir zugemessenen Frist alle Seiten der Frage betrachtet zu haben. Von dem Vorkommen einer primären Kopfbewegung nach der Kathode habe ich mich aber in keinem einzigen Falle überzeugen können. Da Wundt diese Bewegung nur „häufig," aber nicht immer gesehen hat, und da ich vielleicht nicht genug Versuche angestellt habe, so muss ich die Möglichkeit von Ausnahmen vorläufig wohl zulassen. Aber ich kann mich des Gedankens doch nicht erwehren, dass die Anwendung zu starker Ströme vielleicht hier und da zu Schliessungszuckung des Sternokleido der Kathoden Seite geführt hat.

2) **E. Mach**, Physikalische Versuche über den Gleichgewichtssinn des Menschen. Separat-Abdruck aus dem LXVIII Bd. der Sitzb. der k. Akademie der Wissensch. III. Abth. Nov.-Heft. Jahrg. 1873.

3) **J. Breuer**, Ueber die Function der Bogengänge des Ohrlabyrinthes. Separat-Abdruck aus den med. Jahrb. I. Heft 1874.

Zuvörderst eine historische Notiz.

Breuer macht a. a. O. darauf aufmerksam, dass bereits Purkinje[1]) den „Gesichtsschwindel" auf Augenbewegungen bezog. Ich hatte anlässlich der Abfassung meines Aufsatzes bei den damals obwaltenden eigenthümlichen Verhältnissen unserer Bibliothek Schwierigkeiten mit der Erlangung jener früheren Arbeit Purkinje's gehabt, und da dieser Forscher in der sieben Jahre später publicirten, und von mir (s. S. 197) ausführlich citirten Abhandlung nichts von Augenbewegungen, und soweit der Galvanismus in Betracht

1) Beyträge zur näheren Kenntniss des Schwindels aus heautognostischen Daten. Med. Jahrb. des k. k. österr. Staates. Wien 1820. Bd. VI. St. 2. S. 79—125.

kommt, auch nichts von Schwanken der anderen Körpertheile sagt, so glaubte ich auf die Einsicht jener, wie ich jetzt sehe, höchst interessanten Arbeit verzichten zu dürfen.[1])

In der That erwähnt Purkinje auch dort bei Referirung seiner Versuche über den galvanischen Schwindel nicht, dass er bei denselben Augenbewegungen beobachtet oder vermuthet habe, so dass ich die Entdeckung des galvanischen Nystagmus wohl mir zuschreiben darf. Die von Purkinje allerdings beschriebenen Augenbewegungen bei und nach dem Drehschwindel sind aber allmählig wieder so vollkommen in Vergessenheit gerathen (Vgl. z. B. die Theorie des Schwindels von Helmholtz S. 246), dass ich sie, wie Breuer voraussetzt, selbstständig wieder entdecken musste. —

Breuer sowohl als Mach beziehen alle Erscheinungen des Schwindels auf percipirte Alterationen der halbcirkelförmigen Kanäle. Nach meiner Auffassung, die ich übrigens vor der Hand nicht aufgebe, war das Gehirn direct verantwortlich zu machen. Ich bedauere lebhaft, dass Breuer meine Arbeit „Weitere Untersuchungen zur Physiologie des Gehirns,“[2]) welche der hier in Frage stehenden unmittelbar angedruckt ist, nicht gekannt oder nicht berücksichtigt, und dass Mach beide Arbeiten, wie er mich wissen zu lassen die Güte hatte, nicht gekannt hat. Wenn ich auch meinen Deutungen aus Vorsicht die hypothetische Form gegeben habe, und wenn ich auch jederzeit bereit bin, auf Ansichten zu verzichten, deren Unhaltbarkeit mir nachgewiesen wird, so soll man doch nicht glauben, dass ich nicht vor dem Aussprechen meiner Vermuthungen Alles zu ihrer thatsächlichen Begründung gethan habe. Meiner Ansicht nach besteht der Werth dieser beiden Arbeiten darin, dass sie — durch lange Bemühungen — die zur Schlussfolgerung erforderliche, ununterbrochene Reihenfolge der Thatsachen, soweit es der damalige Stand der Wissenschaft

---

1) Eine Stelle am Schlusse auf S. 309 hätte mich allerdings bei gehöriger Beachtung auf eine Vermuthung bringen können. Aber wer sollte denken, dass der sonst so scharf schliessende Purkinje eine für die ganze Auffassung der Frage so wichtige Thatsache nur mit einer versteckten Anspielung anführen würde.

2) Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv. 1871. H. 5 und 6. S. 771 f: S. auch Berl. klin. Wochenschr. 1872 Nr. 43 und die nächstfolgende Abhandlung.

möglich machte, hergestellt haben. Ich darf wohl mit Recht erwarten, dass diese Thatsachen sämmtlich berücksichtigt oder widerlegt werden.

Wenn ich also (S. 229) sagte: „Ich will nicht von dem eigenthümlichen Zusammenhange der halbcirkelförmigen Kanäle mit der Erhaltung des Gleichgewichtes sprechen," so bin ich damit keineswegs, wie Breuer meint, „an der naheliegenden und einfachen Lösung meines Problems hart vorübergegangen." Ich halte diese Lösung ungeachtet der geistreichen Deutung von Breuer-Mach auch jetzt noch, wie ich zeigen werde, für durchaus nicht einfach, am Wenigsten für ganz gelungen. Bis dieses Ziel erreicht ist, kann ich die Vermuthung Breuer's, dass ich meine Ansicht mit der Seinigen vertauschen würde, nicht verwirklichen. Damals aber wollte ich dem Leser ohne lange Erörterungen zu erkennen geben, dass ich an jene Organe allerdings dachte, aber dennoch — nach reiflicher Erwägung — glaubte auf das Gehirn zurückgehen zu sollen. Meine Gründe hierfür bestanden eben in den a. a. O. berichteten Resultaten meiner Vivisectionen. —

Die Breuer-Mach'sche Theorie der Function der halbcirkelförmigen Kanäle lässt sich in Kürze (die Details nach Breuer) folgendermassen formuliren. Die drei Kanäle können als in den drei Ebenen liegende, mit Flüssigkeit gefüllte Ringe aufgefasst werden. Lasse ich einen solchen Ring um die auf seiner Ebene verticale Axe rotiren, so wird nach dem Trägheitsgesetz die Flüssigkeit in demselben gegen die Bewegung zurückbleiben. Die so entstehende Strömung wird durch Perceptionsorgane — die Hörhaare der Ampullen — auf Nerven — einen oder mehrere der sechs Ampullarnerven — übertragen, und auf diese Weise dem Sensorium Nachricht über Drehung um jede der einzelnen Axen zugeführt werden können.

Mach hat durch den directen, übrigens auch von Breuer vorgeschlagenen Versuch sich selbst diese Theorie als in der vorgetragenen Form irrig widerlegt. Wenn er ein geschlossenes Röhrchen von der Form und Grösse eines Bogenganges auf der Centrifugalmaschine rotiren liess, so erhielt er wegen der Grösse der Reibung niemals eine Drehnng. Er kam deswegen von seiner ursprünglichen, mit der Breuer's zusammenfallenden Ansicht, dass

sich der Labyrinthinhalt wirklich bewege — ströme zurück, und fasst nun den Reizvorgang so auf, dass bei jeder, sowohl der einfachen als der Winkelbeschleunigung des Kopfes durch den en masse gegen die Beschleunigung zurückbleibenden Labyrinthinhalt Züge und Pressungen auf die Endorgane der Ampullarnerven ausgeübt werden.

Ich legte mir die Fragen vor, ob in einem Raume, der kein Ausweichen gestattet, dieser Vorgang überhaupt eintritt, ferner ob die vorausgesetzte „Gegenbeschleunigung,“ ihr Eintreten generell zugegeben, bei den geringen durch die gewöhnlichen Bewegungen veranlassten Beschleunigungen Angesichts der vorhandenen Widerstände eine die Reizschwelle überschreitende Geschwindigkeit erlangen kann? Einem Physiker von dem Rufe und der Objectivität des Herrn Mach gegenüber glaubte ich aber auf die Discussion dieser Fragen um so mehr verzichten zu sollen, als es sich für mich in der That nicht um die halbcirkelförmigen Kanäle, sondern um das Gehirn handelt. Ich kann jene Theorie zulassen, ohne in meiner Auffassung der Erscheinungen mehr als den ursprünglichen Angriffspunkt des Reizes zu ändern. Die wahrnehmende und bewegende Kraft kommt in jedem Falle dem Gehirne zu, dass irgend eine indirecte Beeinflussung desselben an Stelle der directen immerhin möglich sei, habe ich (s. z. B. S. 236) nie ganz ausschliessen können.

Mach und Breuer haben unabhängig von einander gearbeitet, ihre ersten Publicationen erschienen fast gleichzeitig. Daher mag es kommen, dass sie sich gegenseitig in vollkommener Uebereinstimmung vermuthen. Eine Solche kann ich indessen doch grade in den rein mechanischen Anschauungen nicht finden, wie schon aus dem eben gegebenen Referate hervorgeht. Doch möchte ich diesen Theil der angeregten Frage nicht verlassen ohne jene beiden, mit des Meister Purkinje würdigen Versuchen geschmückten Abhandlungen der Beachtung nachdrücklichst zu empfehlen.

Ich muss aber gegen verschiedene Punkte in den Beweisführungen Mach's und Breuer's Bedenken erheben. Mach beginnt seine Mittheilung mit folgenden Worten: „Fährt man auf der Eisenbahn durch eine starke Krümmung, so scheinen die Häuser und Bäume oft beträchtlich von der Verticalen abzuweichen und zwar scheint sich der Gipfel der Bäume auf der convexen Seite der Krüm-

mung von der Bahn wegzuneigen. Andererseits bemerkt man sehr oft auch eine Schiefstellung des Wagens und hält nun die Bäume für vertical.

Bekanntlich wird die Schiene auf der convexen Seite der Krümmung etwas höher gelegt, um die Wirkung der Centrifugalkraft zu compensiren. Der Höhenunterschied kann aber nur einer einzigen Fahrgeschwindigkeit entsprechen. — — — Fährt man mit der dem Höhenunterschied der Schienen und der Krümmung entsprechenden Geschwindigkeit, so weiss man nichts von der Schiefstellung des Wagens. Dann scheinen die Häuser schief. In jedem anderen Falle scheint der Wagen schief."

So richtig nun auch die Erklärung von Mach ist, dass die Täuschung aus dem angeführten Missverhältnisse erwächst, so wenig kann ich mich überzeugen, dass in derselben eine „Beschleunigung der Massentheile des Körpers" die Rolle des nothwendigen Factors spiele.

Ich hatte im Jahre 1872 den Rigi von Arth aus bestiegen, und fuhr von Staffelhöhe mit der Bahn zu Thal. Als wir unterwegs, ich glaube es war in Kaltbad hielten, schienen mir plötzlich die Häuser und Bäume enorm schief zu stehen. Es war mir sofort klar, dass diese optische Täuschung von seltener Eindringlichkeit auf einem mich zwingendem Irrthume über meine eigene Haltung beruhe, und dennoch konnte ich mich ebenso wenig von dem Zwange befreien, als es die Mitreisenden konnten. Hier war nun von einer Massenbeschleunigung nicht die Rede; denn der Waggon hielt ja. Auch war sicherlich nicht die Schiefstellung des Waggons der Angelpunkt des Phänomens. Denn wenn ich einen Gebirgspass im Postwagen überschreite, so erscheinen mir weder im Fahren noch im Halten verticale Körper schief. Die Täuschung konnte hiernach nur aus Vorgängen erwachsen, welche auf Differenzen in der Construction beider Vehikel beruhen.

Ich finde dieselben in der Construction der Sitzbänke, welche in dem Waggon gegen dessen Fussebene geneigt sind, damit dem Reisenden der stetige Kampf gegen das nach Vorn über Fallen erspart bleibe. Der Neigungswinkel der Bank kann aber selbstverständlich nur einem bestimmten Steigungswinkel der Bahntraçe entsprechen.

Compensiren sich beide Winkel nicht, so nehme ich die Differenz an den ausser mir liegenden Körpern mit einer scheinbaren Abweichung von der Verticalen wahr.

Wenn ich nun weder im Postwagen, der mich zum Balanciren zwingt, noch bei einer beliebigen schiefen Lage, die ich willkürlich meinem Körper mittheilen kann, der fraglichen Täuschung unterliege, so beweist dies, dass ebensowenig die Haltung des Körpers als die Beschleunigung seiner Massentheile das Wesentliche ist, sondern dass dies vielmehr auf dem Missverhältnisse der wirklich verwendeten Muskelimpulse zur eingenommenen Körperhaltung beruht. —

Auf die interessante Parallele, welche Breuer zwischen den bei willkürlicher, bei passiver und bei Scheindrehung auftretenden Augenbewegungen zieht, hier näher einzugehen, muss ich mir versagen. Denn ich habe mich schon früher durch Vornahme von Zwangsdrehungen an Thieren überzeugt, dass dieses Capitel einer beiläufigen Erledigung nicht fähig ist. Nur möchte ich darauf hinweisen, dass das Ausbleiben der corrigirenden Augenbewegung bei einer Anzahl von zwangsweise dem Kopfe der Thiere mitgetheilten Stellungen weder durch die Theorie Breuer's noch durch die etwas abweichende von Mach verständlicher wird. Da der Körper des Thieres nach Einnahme der ihm passiv gegebenen Stellung absolut ruhig bleibt, kann die Conservirung der hierbei auftretenden sonderbaren und überaus zwecklosen Dislocationen der Bulbi weder durch die Empfindung des Gedrehtwerdens, noch durch die Strömung der Endolymphe, noch durch eine Massenbeschleunigung begründet werden. —

Ich habe bereits oben angeführt, dass die Differenz meiner Anschauung und der Theorie Breuer's wesentlich auf die Annahme eines verschiedenen Angriffspunktes des Reizes hinauslaufe. Da wir zu meiner Freude, was die Thatsachen betrifft, vollkommen übereinstimmen, ist dies erklärlich. Nur verstehe ich den Einwand der Unrichtigkeit nicht, welchen Breuer gegen mein S. 231 gebrauchtes Bild von dem versinkenden Stuhle vorbringt. Da er mit diesem Einwande meinem Gedankenbaue die Grundlage entzogen zu haben

glaubt, was ich nicht bemerke, so wäre eine nähere Auseinandersetzung, gewiss zweckmässig gewesen.

Ich lasse die Versuchsperson sich nach rechts werfen, um das Gleichgewicht aufrecht zu halten, weil sie glaubt nach links gedreht zu werden,[1]) und nenne diese Bewegung eine unbewusst willkürliche. Breuer lässt die Versuchsperson „die compensirende Balancirbewegung" in derselben Richtung und aus demselben Grunde machen, und nennt es einen Reflexvorgang. Ob man sich nun etwas mehr so oder etwas mehr so ausdrücken will, das ist wohl Geschmackssache. Ich liess mich zur Wahl meines Ausdrucks dadurch bestimmen, dass die Bewegung im gegebenen Falle durch eine bewusst werdende Empfindung und in einer etwas anderen Art als die gewöhnlichen Reflexvorgänge ausgelöst wird. Aber wie durch Vergleichung meiner S. 234 gegebenen Auffassungen erhellt, will ich sie damit von den Reflexbewegungen noch nicht einmal gänzlich getrennt haben, dies um so weniger als ich überhaupt nirgends eine scharfe Grenze zwischen diesen und den sogenannten willkürlichen Bewegungen gezogen sehe. Meine Bemerkung gegen die Reflextheoretiker bezieht sich auf „die Lehre von der reflectorischen Erregung des Seh- und Hörnerven."

Schliesslich nimmt Breuer doch grade ebenso wie ich den Ablauf eines motorischen Innervationsvorganges an, durch den die eine Hälfte der Muskulatur, in Folge einer innerhalb psychischer Vorgänge Platz greifenden Täuschung, stärkere Impulse erhält wie die andere, und meine Erklärung ist sogar viel consequenter als die Seine. Denn ich lasse auch die Augenbewegungen beide aus derselben Empfindung des Gedrehtwerdens der Augen erwachsen, wie die Körperbewegung aus der Scheinbewegung des Körpers, während Breuer jenen gegenüber ziemlich rathlos ist.[2]) Damit scheint mir auch die Frage „des versinkenden Stuhles" ihre Erledigung zu finden. Man kann das Sitzen, insofern der Schwerpunkt nicht vollkommen unterstützt ist, zweifellos als ein continuirliches, durch die doppelseitige Action einer Anzahl von Muskeln compensirtes Fallen be-

1) Der in zweiter Linie gebrauchte Ausdruck „leichter werden" ist von Brenner. S. S. 198.

2) a. a. O. S. 48 des Separatabdruckes.

trachten. Erfährt das Verhältniss des Schwerpunktes zum Unterstützungspunkte plötzlich eine Aenderung, so muss sich auch die Vertheilung der Muskelarbeit ändern. Darauf beruht die compensirende Bewegung beim einseitigen Versinken des Stuhles. Sie ist nichts Neues, sondern nur ein Plus zu der schon früher vorhandenen Muskelaction. Wenn ich langsam mit dem Stuhle gedreht werde, so ist dies eben auch nichts principiell, sondern nur graduell Verschiedenes, dann brauche ich meine Impulse einfach nur langsam anstatt schnell anders zu reguliren.

Habe ich aber nur die Empfindung gedreht zu werden, ohne in die Bewegung zunächst wirklich einzutreten, so will ich einmal zugeben, dass an der Erregung derselben die Canäle die alleinige Schuld tragen, aber um die Betheiligung der Muskeln und die Verwerthung des Bewusstwerdens ihrer Zustände komme ich damit, wie aus dem Gesagten hervorgeht, doch nicht herum. Dann habe ich nur die Empfindung, dass ich meinen Schwerpunkt nicht genügend unterstütze und mache eine, wegen der Täuschung zwecklose Bewegung, die grade ausreicht, um dass Mass der scheinbar eingetretenen Schiefstellung auszugleichen.

Wenn ich nicht noch andere Thatsachen gefunden und angeführt hätte, als die von Breuer berücksichtigten, so würde ich mich damit zufrieden geben können. Indessen liessen sich schon bei den am Menschen ausgeführten Versuchen die Erscheinungen eben nicht sämmtlich auf die halbcirkelförmigen Canäle zurückführen, und grade dies war der Grund, der mich zur Vornahme der Vivisectionen bestimmte.[1]) Es ist mir nämlich ganz unklar, was die von mir beschriebenen, sonderbaren Pupillenveränderungen mit der Empfindung des Gedrehtwerdens zu thun haben könnten, und ebenso blieben die (S. 224) bei dem Blinden vorhandenen Erscheinungen unerklärt. Dieser hatte nämlich, wenn ich ihn durch die Schläfen galvanisirte, nicht die Empfindung irgend einer Scheinbewegung und doch Bulbusbewegungen. Von einer wirksamen Labyrinthreizung kann bei dieser Methode gar

1) Hiermit möchte ich aber nicht die Meinung erwecken, als hätte mir etwas der Breuer-Mach'schen Theorie Aehnliches bereits vorgeschwebt. Ich zog nur die Goltz'sche Deutung der Versuche über die Canäle in Rechnung.

keine Rede sein. Ferner fehlt den meisten Individuen, denen man mit einem möglichst schwachen Strome Nystagmus macht, die Empfindung der Scheinbewegung vollkommen, sobald sie die Augen schliessen. Ueberhaupt habe ich ja berichtet, dass die Augenbewegungen leichter als das Schwanken des Kopfes und Körpers entsteht. Derartige Dinge liessen sich noch mehrere anführen.

Aus den Thierversuchen ergab sich nun ganz unzweideutig, dass man durch dem Kleinhirne zugefügte Veränderungen, ohne das Labyrinth anzurühren, sowohl jedes der bei dem ursprünglichen Versuche erscheinenden Symptome einzeln, als auch ihr Gesammtbild erzeugen kann. Namentlich aber zeigte sich, dass das Kleinhirn wirklich mit der Regulirung der Muskelimpulse direct etwas zu thun hat. Denn die eine Läsion war im Stande das Muskelbewusstsein derart zu verändern, dass das Thier stets die eine Seitenlage mit der Bauchlage verwechselte; bei einer anderen Läsion kam es sogar vor, dass nur einzelne Theile des Muskelsystems alterirt wurden, so dass die sogenannte spiralige Drehung des Rumpfes zwangsmässig eintrat. Wegen der Details verweise ich auf die folgende Arbeit.

Unter diesen Umständen ist es wohl um so mehr begreiflich, dass ich meine Reizeffecte nur in eins anstatt in zwei Organe verlegte, als die Analyse der eins nach dem andern von mir beobachteten oder vielmehr systematisch aufgesuchten Symptome dadurch nur gewinnen konnte. Ich werde mich aber freuen, wenn durch die vereinten Bemühungen der vielen, gegenwärtig an diesen Fragen arbeitenden Forscher die Details des auch jetzt noch hinlänglich verwickelten Themas auf einfache Bedingungen zurückgeführt werden. Nur möchte ich glauben, dass die Lösung der Aufgabe leichter gelingen wird, wenn man nicht plötzlich Alles auf Rechnung der modern gewordenen Canäle setzen will, sondern dem doch auch nothwendigen Centralorgane sein bescheiden Stück Function lässt.

XI.

Untersuchungen zur Physiologie des Kleinhirns.[1])

Die Gesichtspunkte, welche mich zu vivisectorischen Versuchen am Kleinhirn veranlassten, sind bereits in der vorstehenden Abhandlung angegeben. In der hinteren Schädelgrube liegen so viele wichtige Organe auf kleinem Raume, dass die Reduction der bei äusserlicher Reizung erzielten Effecte auf irgend eins derselben ohne eingehendere Localisationsversuche in der Luft geschwebt hätte. Die Erreichung des hiermit gesteckten Zieles musste aber gleichzeitig mit der einstweiligen Begrenzung dieser Reihe von Versuchen zusammenfallen. Denn die Schwierigkeit der Vornahme und der Beurtheilung von Versuchen am Cerebellum ist so erheblich, dass das Bestreben nach einer weitergreifenden Erledigung der hier schwebenden Fragen, mich auf eine nicht abzusehende Zeit von dem Objecte meines hauptsächlichen Interesses, von dem grossen Gehirne abgezogen hätte.

Ich beschränke mich deshalb auch hier allein auf die Mittheilung derjenigen Thatsachen, welche zur Localisation der beim Galvanisiren durch den Kopf beobachteten Reizerscheinungen auf das Kleinhirn und zum Verständniss derselben dienen können, und hoffe zu einer detaillirteren Bearbeitung dieses Kapitels unter kritischer

---

1) Vgl. Hierzu: Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1871. S. 771 f., und Berl. klin. Wochenschr. 1872. Nr. 43. In Folge der während des Druckes erschienenen Arbeiten habe ich mich zu einer Umarbeitung entschliessen müssen. Als ich S. 75 schrieb, war diese noch nicht intendirt.

Heranziehung der angehäuften Literatur wohl noch die Musse zu finden. Fast sämmtliche Versuche wurden an Kaninchen — etwa 80 an Zahl — vorgenommen. —

Die Methode den Menschen durch den Kopf zu galvanisiren, hat vor allen, sonst hier in Frage kommenden den unbestreitbaren Vorzug, dass man über die eigenen Wahrnehmungen des Versuchsobjectes und damit von Vornherein über den Sinn, wenigstens eines Theiles der Reizeffecte unterrichtet wird. Indessen sind diese Reizeffecte eben sehr complicirter Natur. Wenn sie nun sämmtlich auf perverse Muskelactionen zurückzuführen sind, die einen Irrthum rücksichtlich der Orientirung im Raume vermuthen lassen, so war es wahrscheinlich, dass irgendwo ein Organ bestehen müsse, in welchem eine Verknüpfung der einzelnen Mechanismen stattfindet, welche zur Orientirung, sowie zu der davon abhängenden Aenderung des Verhaltens im Raume dienen, und dass dieses Organ gereizt würde.

Dass diese Mechanismen mannichfaltiger Art sind, ferner dass eine Störung in jedem Einzelnen derselben zu Anomalieen sehr verwandten Sinnes führt, weiss man. Das Auge, das Ohr, das Gefühl im weiteren Sinne, die drei Vorrichtungen, welche besonders dazu bestimmt sind, unsere Beziehungen zur Aussenwelt nach Innen zu verdeutlichen, geniessen gleicher Dignität. So möchte ich auch die Verbindung der halbcirkelförmigen Canäle mit dem Gehörorgane nicht für einen Zufall halten, sondern darin eher die Absicht vermuthen, auch diesen Wahrnehmungen räumliche Vorstellungen schon im Entstehen beizumischen.

Pathologische Beobachtungen und Versuche, welche schon seit dem vorigen Jahrhundert immer und immer von Neuem in der Literatur erschienen, hatten versucht das Kleinhirn zum Gleichgewichts-Orientirungsorgane zu machen. Wenn man aber die Lehrbücher der Physiologie durchsieht, so findet man dass diese Ansicht keineswegs zur allgemeinen Geltung kommen konnte, und dass auch die schon von Purkinje ausgesprochene Auffassung jener Zwangsbewegungen als Schwindelerscheinungen keinen besonderen Anklang fand. Es wurde nicht für bewiesen gehalten, dass die Thiere überhaupt Schwindel hätten, und dann wurde die Multiplicität der mit Zwangsbewegungen reagirenden Organe eingewendet.

Ich will hier nicht näher auseinander setzen, wie diese Multiplicität nur eine scheinbare ist, insofern der eine Theil jener Organe in die Kathegorie von Leitungsbahnen gehört, und dem einen Theile der Zwangsbewegungen überhaupt ein anderer Sinn unterliegt. Aber nichts ist einfacher zu beweisen, als dass die, Zwangsbewegungen um die sagittale Axe ausführenden Thiere wirklich Schwindel höheren Grades haben. Denn dieselben Momente, welche dem Menschen erfahrungsgemäss Schwindel nämlich die in der Abhandlung IX detaillirten Erscheinungen bereiten, rufen am Thiere je nach der Einwirkung dieselbe Form der Zwangsbewegung in mehr oder weniger ausgesprochenem Grade hervor.

Am leichtesten kann man sich hiervon dadurch überzeugen, dass man einem Kaninchen einen Bindfaden um die Fussgelenke legt und es an demselben einige Male um eine verticale Kopf- oder Körperaxe dreht. Sobald man mit der Drehung aufhört, wirft sich das Thierchen auf die entgegengesetzte, also wenn es nach links gedreht wurde, auf die rechte Seite und die Augen zeigen rythmischen Nystagmus. Dessen Richtung weicht jedoch von dem anderweitigen Schema insofern ab, als die ruckende Bewegung nach rechts anstatt nach links hin stattfindet. Aehnliche Bewegungen, die ihr Analogon am Menschen in dem S. 226 erwähnten Versuche finden, macht auch der Kopf.[1])

Noch deutlicher lässt sich die Identität der Zwangsbewegungen mit den Aeusserungen des Schwindels durch die galvanische Reizung erweisen. Wenn man nämlich Kaninchen feuchtes Papier mâché in die äusseren Gehörgänge bringt, und nun die Pole der Kette mit diesem feuchten Leiter verbindet, so kann man durch Schaltung verschieden starker Ströme alle Modalitäten der Zwangsbewegungen um die Längsaxe erzeugen. Wählt man einen schwachen Strom so fällt das Thier bei der Schliessung nur nach der Anode während es seine Augen unter Nystagmus nach der Seite der Kathode dreht.[2]) Manchmal aber fehlt die Bewegung der Augen, oder sie tritt nur bei der

---

1) Breuer nennt diese, von ihm an Vögeln beobachteten Bewegungen „Nystagmus des Kopfes."

2) Sitzt die Anode also rechts, so wird das rechte Auge durch den Ruck nach Vorn und Innen und Oben gedreht.

Schliessung und Oeffnung der Kette ein. Dann liegt das Thier auf der Seite, ohne dass seine Augen die sonst bei gezwungener Seitenlage zu beobachtende Verdrehung zeigten.

Wählt man aber einen starken Strom, so wälzt sich das Kaninchen mit grosser Geschwindigkeit nach der Seite der Anode um seine Längsaxe während man an den Augen eine hochgradige Verdrehung im angegebenen Sinne beobachtet, das Bild ist also grade so, als wenn man den mittleren Kleinhirnschenkel durchschnitten hätte. Bei der Oeffnung der Kette nehmen alle Bewegungen die umgekehrte Richtung an.

Aus den soeben und in den vorstehenden Abhandlungen angeführten Versuchen geht jedenfalls schon ganz unanfechtbar hervor, dass die in der Form von theilweiser oder gänzlicher Rotation um die sagittale Axe auftretenden Zwangsbewegungen, ebenso wie die entsprechenden Erscheinungen am Menschen nichts als eine besondere Erscheinungsweise des Schwindels sind, ohne dass jedoch schon etwas für die Localisation der Reizeffecte gewonnen wäre. —

Auf einen etwas kleineren Bezirk gelangt man nun mit dem folgenden, auch durch die Art des bisher nicht angewendeten Reizmittels interessanten Versuch.[1])

Wenn man dem Kaninchen das Hinterhaupt eröffnet und ihm den kleinen Seitenlappen des Kleinhirns exstirpirt, der der Flocke beim Menschen entspricht, so bleibt eine, von dem beim Kaninchen verknöcherten Tentorium gebildete Höhle zurück, in die der Flockenstiel hineinragt. Bringt man nun in diese Höhle einige Fragmente Eis, oder spritzt vorsichtig kaltes Wasser hinein, so richtet sich das Thier plötzlich auf, macht ähnliche wackelnde Bewegungen mit dem Kopfe, manchmal auch mit dem Körper wie nach den Drehversuchen, und stürzt dann auf die entgegengesetzte Seite, während sich nun beide Augen unter heftigem Nystagmus in die Winkel der verletzten

---

1) Wundt erwähnt a. a O. S. 214 f., dass Sir Weir Mitchell ebenfalls die Erkältung des Kleinhirns versucht hat. Ich finde jedoch von Mitchell nur solche Symptome angeführt, wie sie auch nach Erkältung anderer Theile des Körpers erschienen. Er bediente sich der Zerstäubung des „Rhigoline“ nach Richardson's Methode (Gaz. des hôpit. 1872. 1 und 2).

Seite stellen. Eine Weile bleibt es so liegen, dann springt es plötzlich wieder auf, und sitzt ruhig da, als wenn ihm nichts geschehen wäre. War der Reiz aber sehr stark, so geschieht dasselbe wie beim Galvanisiren mit starken Strömen. Das Kaninchen macht einen solchen Satz, dass es nicht mehr auf die Seite, sondern auf den Rücken zu liegen kommt, rollt von da auf die verletzte Seite, schleudert sich wieder nach der gesunden Seite zu, und wenn der Impuls stark genug ist, kann sich der Vorgang ein paar Mal wiederholen. Die Abkühlung wirkt also wie die Kathode. Da in der Mehrzahl der Fälle einige Momente vergehen, so ist die Idee nicht von der Hand zu weisen, dass die durch den Kältereiz erfahrungsgemäss producirte Contraction der kleinsten Blutgefässe hierbei eine Rolle spielt.

Auch darf ich nicht unerwähnt lassen, dass bei Einbringung ganz kleiner Stückchen Eis manchmal nur wackelnde Bewegungen mit Kopf und Augen eintreten, oder dass das Thier einen Augenblick nach der verletzten Seite fällt. Ich kann mir den letzteren Umstand nur so erklären, dass die, auf die ursprüngliche Contraction folgende, secundäre Dilatation der Gefässe bei schwachem Reize stärker ist als die Contraction, eine Erscheinung, die man an den Hautgefässen allerdings häufig beobachtet. Der Dilatationsreiz würde dann eben zur Auslösung eines Reizeffectes ausreichen, der Contractionsreiz nicht.

Durch diesen Versuch wird die Summe unserer Reizeffecte schon etwas mehr, nämlich auf die unmittelbare Umgebung der Flocke localisirt. Da aber die einseitige oder doppelseitige Exstirpation dieses kleinen Organs an dem Verhalten des Thieres nicht nothwendigerweise etwas ändert, so darf man nicht annehmen, dass jene Bewegungseffecte etwa durch Reizung der in dem Flockenstiele austretenden Bahnen ausgelöst würden. Vielmehr wird es durch die Nachbarschaft der Ausstrahlungen der eigentlichen Hemisphäre des Kleinhirns nach dem Brückenschenkel zu wahrscheinlich, dass dieser Theil der Bahnen bei der zuletzt geschilderten Methode den Angriffspunkt des Reizes abgiebt. Von diesem Gesichtspunkt aus müssen sämmtliche durch Exstirpation oder Reizung der Flocke bedingten Anomalieen der Muskelinnervation beurtheilt werden.

Unverletzte Kaninchen lassen sich bekanntlich ebensowenig mit dem Rumpfe als mit dem Kopfe gutwillig auf die Seite legen, und

wenn es gewaltsamer Weise geschehen ist, so schleudern sie sich mit Energie in ihre Normalhaltung zurück, sobald man sie freilässt. Hat man ihnen jedoch die Flocke genommen so setzen sie manchmal der Verdrehung ihres Körpers keinen Widerstand entgegen und lassen sich auch die Seitenlage des Rumpfes während längerer Zeit gefallen. Ihre Bewegungen (auch die der Augen) sind dabei sonst nicht beeinträchtigt, denn wenn man sie reizt, so entweichen sie wie gesunde Thiere; überhaupt werden sie durch die Operation nicht sehr alterirt. So ertappte ich ein, nach Vollendung der Operation kurze Zeit ohne Aufsicht gelassenes Kaninchen dabei, dass es sich bemühte den Pons eines vorher getödteten Leidensgefährten durch Lecken aus der von mir geöffneten Schädelhöhle herauszubefördern, nachdem es das ganze Grosshirn bereits verzehrt hatte.

Wenn demnach auch die Flocke und ihr Stiel unschuldig an den Drehbewegungen und an dem ebengeschilderten abnormen Verhalten des Thieres sind, insofern als dasselbe wohl auf accidentelle Zerrungen oder Quetschungen der Umgebung zurückgeführt werden muss, so geht doch aus diesen Versuchen hervor, dass man durch einen so geringfügigen Eingriff, wie diese mechanischen Beleidigungen, partielle Störungen in dem Orientirungsapparate des Thieres hervorbringen kann.

Einen ähnlichen Sinn hat es, wenn beim Zerschneiden des Flockenstieles, wie ich fand, doppelseitige coordinirte Bewegungen der Augen auftreten, und wenn es bei Reizung der Flocke selbst zu inconstanten, aber gleichfalls coordinirten Zwangsstellungen der Bulbi kommt. In den meisten Fällen kann man nämlich, sobald man nicht roh verfährt, die Flocke mechanisch und elektrisch reizen, ohne irgend einen Reizeffect zu beobachten.[1]) Manchmal aber, wenn auch selten, dreht sich schon bei sanftem Druck auf das unverletzte Organ und ebenso

1) Auf die Reizversuche am Kleinhirn, welche Ferrier mittheilt, kann ich hier nicht näher eingehen. Er hat dieselbe colossale Stromintensität (8 Cm. Rollenabstand) wie bei seinen Versuchen am Grosshirn angewendet, was am Cerebellum wegen der Nachbarschaft der Vierhügel natürlich noch misslicher ist Es genüge, darauf hinzuweisen, dass er selbst ausnahmsweise auftretenden Opisthotonus auf Reizung der Vierhügel bezieht, ohne daran zu denken, dass die Augen doch noch leichter in Bewegung zu setzen sind, als die übrigen Theile des Körpers.

bei Reizung desselben mit der Anode eines sehr schwachen Stromes das Auge der verletzten Seite nach Unten, und das andere Auge nach Oben. Nachlass des Druckes und Oeffnung der Kette führen dann zu einer Bewegung in entgegengesetzter Richtung.

Das Endziel war nun, diese Erscheinungen in die Hemisphären oder den Wurm zu verfolgen bis jede Einzelne derselben womöglich ebenso localisirt war, wie es für die Muskelbewegungen im Grosshirn glückte. Ich habe schon Eingangs angeführt, dass ich diese Aufgabe nicht vollständig lösen konnte, aber doch erreichte ich mein nächstes Ziel, die Localisirung des ganzen Complexes auf das Cerebellum und seine fernere Zerlegung in die einzelnen Bewegungsanomalieen.

Eins der wichtigsten Resultate erhielt ich gleich bei den ersten Versuchen, bei welchen Herr Dr. Mossdorff aus Dresden mir assistirte, ich habe es oben (S. 102) bereits erwähnt. Als ich nämlich zur Vornahme der elektrischen Reizung das Hinterhaupt eröffnet hatte, zeigten die, als Indices in den Glaskörper gesteckten Karlsbader Nadeln heftigen Nystagmus an. Es konnte nun sein, dass der Luftreiz direct oder indirect diese Bewegungen auslöste, aber es war auch möglich, dass durch die Entfernung des Knochens eine Dislocation der die hintere Schädelgrube ausfüllenden Theile, und so eine Zerrung an diesen so sensiblen Organen eingetreten war.

Ich sagte mir, dass in der Einwirkung der Luft, wenn diese wirklich die Schuld trug, wahrscheinlich die Temperaturdifferenz das Wesentliche sei, und damit liess sich der Zweifel beseitigen. Nachdem nämlich der Nystagmus wieder aufgehört hatte, kühlte ich die Oberfläche des Organes von Neuem mit Wasser von Zimmertemperatur oder Eiswasser ab. Die jetzt entstehenden Reizeffecte konnten nun nicht mehr auf Zerrungen bezogen werden. Sie bestanden wiederum in Zwangsbewegungen des Körpers, des Kopfes und der Augen, nur dass dieselben sich nicht mit der absoluten Constanz herstellen liessen, wie bei Reizung von der Flockenkapsel aus. Hierin lag der Grund, wegen dessen ich die letztere Methode aufsuchte und für Demonstrationen und die erste Publication adoptirte.

Bei einer Zahl von Fällen treten nämlich Rollbewegungen nach der unverletzten Seite und Zwangsstellungen der Augen ein, bei einer anderen Zahl aber nur mehr weniger starker Nystagmus und dessen

Richtung ist, wie es scheint je nach der gereizten Stelle verschieden. In wieder anderen Fällen waren auch die Augenbewegungen sehr schwach. Ich habe mich nicht sicher überzeugen können, ob auch hieran geringe Differenzen der Oertlichkeit oder, was mir wahrscheinlicher ist, verschiedene Irritabilität der Blutgefässe Schuld war.

Obwohl ich den Effecten der localen Elektrisirung an so kleinen und empfindlichen Theilen einen grossen Werth nicht beilegen kann, so will ich doch wegen der Uebereinstimmung mit den durch äussere Galvanisirung erzielten Augenbewegungen auch die Resultate einiger derartiger Versuche mittheilen.

Die Drähte mit den Platinknöpfchen liessen sich hier, da sie die Oberfläche des Organs sofort zerfetzten, nicht ohne Weiteres anwenden. Ich umgab sie deshalb mit einigen durch Seide festgehaltenen Lagen feuchten, schwedischen Fliesspapieres, und reizte dann (Anordnung wie auf S. 10) mit 20 S. EE. W. in der Nebenschliessung.

Dabei drehten sich nun beide Augen, wenn die Elektroden über dem hinteren Lappen des Wurms standen, nach rechts oder links, je nachdem die Anode rechts oder links war. Am deutlichsten schien der Effect zu sein, wenn sich die eine Elektrode in der, beim Kaninchen sehr tiefen, sagittalen Furche zwischen Wurm und Hemisphäre befand.

Rückten die Elektroden nach dem oberen Lappen, so ergab die eine Stromrichtung combinirte Drehung des einen Auges nach Oben und des anderen nach Unten, und die andere Stromrichtung sofortigen Wechsel, so dass nun das zuerst nach Oben blickende Auge nach Unten sah. Auch die mechanische Reizung der gleichen Theile mit der Spitze einer lancettförmigen Präpariernadel führte zu zuckenden Bewegungen beider Augen. —

Endlich nahm ich noch eine lange Reihe von Verletzungs-, Durchschneidungs- und Exstirpationsversuchen am Kleinhirn vor, deren Gesammtresultat zur ferneren Aufklärung des Sachverhalts wesentlich beiträgt. Wenn tiefgehende Schnitte die eine Hemisphäre der Art trennten, dass ihre Verbindungen mit dem mittleren und hinteren Schenkel zum grösseren Theile unterbrochen sein mussten, so entstand dasselbe Bild, wie bei starker galvanischer Reizung, die Thiere rotirten mit rasender Vehemenz nach der verletzten Seite.

Befanden sie sich im Käfig, so verpackten sie sich, wie Magendie gelegentlich seiner Versuche über Trennung des mittleren Kleinhirnschenkels treffend bemerkt, durch das Drehen selbst ähnlich in Stroh, wie eine Flasche, die man auf Reisen schickt.

Ich habe schon a. a. O. darauf aufmerksam gemacht, dass diese, schon von anderen Autoren beschriebene Form des Versuches, so merkwürdig ihr Anblick auch sein mag, den Einblick in das eigentliche Wesen des Vorganges wegen der grossen Gewaltsamkeit der Bewegungen viel weniger gut gestattet, als die kleineren Verletzungen. Bei diesen beobachtet man nämlich entweder das Gleiche, wie nach Exstirpation der Flocke: die Thiere lassen sich die Seitenlage des Rumpfes gefallen. Oder wenn man grössere Zerstörungen anrichtet kann eine Serie von zwangsmässigen Aenderungen der Normalhaltung eintreten, deren häufigste Erscheinungsweise die ist, dass sich das Versuchsthier aus jeder Lage, die man ihm mittheilt auf die verletzte Seite wirft[1]) anstatt in die Mittelstellung. Ist dieser Impuls sehr heftig, so kommt es gelegentlich auch einmal zu einer oder mehreren Rotationen, die regelmässig mit der abnormen Zwangslage enden.

Auf Grund dieser Beobachtungen kam ich zu der Ueberzeugung, dass in dem operirten Kaninchen, wenn es z. B. auf dem Bauche liegt, der Eindruck vorherrscht, dass es auf der unverletzten Seite läge, und dass die Zwangsbewegung nach der verletzten Seite nichts ist, als eine willkürliche Bewegung zur Aufrechthaltung des scheinbar gestörten Gleichgewichtes.

Hiermit habe ich aber, wie ich schon sagte, nur eine Form „der Zwangslage“ beschrieben, diese ist nun wieder der mannichfaltigsten Varianten fähig. Stellung und Bewegung der Augen, Verhältniss des Kopfes zum Rumpfe und der einzelnen Abschnitte des Rumpfes unter sich wechseln bei den einzelnen Versuchen in der buntesten Reihenfolge mit einander ab. Von diesen Details erwähne ich nur der sogenannten spiraligen Drehung des Rumpfes, bei der das Thier

1) Curschmann (Sep.-Abdr. a. d. Deutschen Arch. für klin. Mediz.) hat seither nachgewiesen, dass derartige Zwangslagen in Folge von Durchtrennungen des hinteren Kleinhirnschenkels regelmässig eintreten.

zwangsmässig die Vorderpfoten und die eine Hinterbacke auf den Tisch bringt, so dass man entschieden an eine Täuschung über das Verhalten des Hinterleibes denken muss. Näheres Eingehen auf diese Fragen verspare ich mir, der Eingangs erwähnten Absicht getreu, auf eine andere Gelegenheit.

Ich glaube aber hiermit nachgewiesen zu haben, dass man alle die beim Galvanisiren durch den Kopf eintretenden, und als Schwindelerscheinungen zu betrachtenden Störungen der Muskelinnervation in ihrer Gesammtheit oder einzeln hervorbringen kann, je nachdem man die normalen Zustände des Kleinhirns allgemein oder local ändert.

XII.

Ueber Production von Epilepsie durch experimentelle Verletzung der Hirnrinde.

Die epileptiformen Anfälle, von denen einige Versuchsthiere der ersten Reihe dieser Untersuchungen nach localisirter elektrischer Reizung der Hirnrinde befallen wurden, regten eine interressante Frage an. Durch die Versuche von Sir Astley Cooper, Kussmaul und Tenner, Nothnagel u. A., sowie durch klinische Forschungen, unter denen namentlich die von Schröder van der Kolk hervorzuheben sind, hat die Ansicht, dass der epileptische Insult als ein von der Medulla oblongata aufsteigender Gefässkrampf zu deuten sei, eine genügende und für eine grosse Zahl von Fällen befriedigende Basis gefunden.

Für eine andere zur Epilepsie gehörende Gruppe befriedigt jene Erklärung aber nicht. Das experimentelle Material, welches ich zur Aufklärung dieser Fragen bringen kann, ist zu klein, um ein genaueres Eingehen auf Einzelheiten zu rechtfertigen. Ich beschränke mich deshalb darauf, an diejenigen Krampfformen anzuknüpfen, welche unter einem, den experimentell hervorgerufenen Krämpfen ähnlichem Bilde auftreten.

Eine Klasse von Epileptikern hat schon vor Zeiten die besondere Aufmerksamkeit der Beobachter erregt: ich meine diejenige, bei denen locale Krämpfe in einem Gliede erst die Krankheit, später als motorische Aura den Anfall ankündigen. Von höchstem Interesse schien mir stets ein von Romberg[1]) citirter Fall Odier's[2]). In Folge

1) Lehrbuch der Nervenkrankheiten. 3. Aufl. S. 691.
2) Médicine pratique p. 181.

eines Säbelhiebes auf das linke Scheitelbein hatten sich, wie es scheint, Osteophyten der Tabula vitrea und eine Apfel grosse Geschwulst in den äusseren Schichten dieser Theile des Centralorganes entwickelt. Bei Lebzeiten bestanden krampfhafte Zusammenziehungen der Muskeln des kleinen Fingers der rechten Hand, die sich allmählig auf die übrigen Muskeln des Gliedes ausdehnten und endlich die jedesmalige Einleitung zu einem epileptischen Anfalle machten. In neuerer Zeit hat Hughlings Jackson[1]) mit Vorliebe dieses Thema bearbeitet, und eine ziemlich reichhaltige Zusammenstellung von eigener und fremder Casuistik, die ich der Aufmerksamkeit empfehle, gegeben. Wenn bei derselben auch leider meist der Sectionsbefund fehlt, so ist doch überall soviel klar, dass die von ihm beschriebenen Anfälle localisirter Natur, ähnlich wie die Odier's, nicht direct etwas mit dem verlängerten Marke zu thun haben können. Vielmehr wird man zu der Annahme gedrängt, dass sie auf Läsionen des Grosshirns, wahrscheinlich der Rinde zurückgeführt werden müssen.

Vergleichen wir damit nun auch die von Wernher und mir publicirten Fälle,[2]) berücksichtigen wir die Entwickelung jedes einzelnen durch Elektrisirung der Rinde hervorgerufenen Anfalles, ferner die Art und Weise wie sich die Epilepsie nicht selten mit dem Irresein complicirt, so fragte es sich, ob man nicht durch künstliche Production von Krankheitsprocessen auf der Hirnrinde spontane, vielleicht habituelle Epilepsie würde hervorbringen können.

Denn unsere Krankheitsfälle, insbesondere der Meinige zeigten schon mancherlei Symptome, welche stark an die Epilepsie erinnerten. Ich verweise namentlich auf die S. 116 f. ausführlich geschilderten vasomotorischen Erscheinungen. — Bei der Elektrisirung der Hirnrinde begann jeder einzelne Anfall mit Zuckungen in den vorher künstlich innervirten Muskeln, um sich von ihnen aus auf das übrige System auszubreiten, wie es von Odier, Hughlings Jackson und Anderen geschildert wird. — Für einzelne Formen des epileptischen Irreseins

---

1) A study of convulsions. Separatabdr. aus Transactions of the St. Andrews Medic. Grad. Associat. Vol. III. 1870. Ferner The West Riding lunatic Asyl. Medic. Reports. Vol. III. 1873 und an anderen Orten.

2) S. S. 140 ff.

endlich kann man sich nicht mit einer Auffassung begnügen, welche dem grossen Gehirne in der Aufeinanderfolge der Erscheinungen die zweite Stelle anweist.

In vielen Fällen mag freilich der vom verlängerten Mark her aufsteigende Anfall so mächtige Erschütterungen in den psychischen Organen hervorbringen, dass deren Gefüge der Reihenfolge von Insulten nicht widersteht. Aber diejenigen Fälle, bei denen die psychische Erkrankung der epileptischen, psychische Alterationen den einzelnen Anfällen vorhergehen, machen es wahrscheinlich, dass auch der umgekehrte Weg, der vom Grosshirn nach der Medulla oblongata beschritten werden kann.

Allerdings weist alles darauf hin, dass auch bei dieser Reihenfolge der Erscheinungen das eigentliche Wesen des Anfalles im vasomotorischen Krampfe besteht. War es aber möglich, die auslösende Kraft auf einen chronischen Reiz im Grosshirn experimentell zurückzuführen? Auf diese Frage werden die nachstehenden Versuche Antwort geben.

Versuch I. Einem kleinen, schwarzen, weiblichen Pinscher wurde am 2. IV. 70 in der Morphiumnarkose nach Aufsetzung einer Trepankrone ein linsengrosses Stück des Centrums für die rechte Vorderextremität exstirpirt und die Hautwunde alsdann durch Knopfnähte vereinigt. Nach beendigter Operation wurden die früher beschriebenen Störungen des Muskelbewusstseins der rechten Vorderpfote beobachtet. Die Nase war den Tag über kalt, Schwanz eingeklemmt.

3. IV. Nase warm, Puls 140, unregelmässig, Respiration sehr tief, 18. Frostschauder, Schwanz zwischen den Beinen; frisst jedoch etwas.

4. IV. Hat noch Fieber, frisst und säuft jedoch, die Wunde per primam geschlossen. Die Anomalieen der Bewegungen der rechten Vorderpfote sind noch mehr ausgesprochen als an den vorigen Tagen.

5. IV. Kein Fieber mehr, leiser Druck auf die etwas geschwollene Operationsstelle sehr empfindlich und von Zuckungen in der rechten Vorderextremität gefolgt, nachher liegt der Hund eine Weile apathisch da.

6. IV. Die Störungen des Muskelbewusstseins beginnen etwas zurückzutreten.

16. IV. Scheinbar ganz gesund und trächtig; nur die auf Seite 30 erwähnten Störungen des Muskelbewusstseins noch vorhanden.

Wirft im Mai drei Junge.

Am 26. VI. nachdem er sich bis dahin ganz wohl befunden hat, ein mehrere Stunden dauernder, epileptischer Anfall; nachher ist er sehr verstört, schreckhaft und frisst nicht. Derartige Anfälle wiederholen sich

von da an täglich oder mindestens alle zwei Tage, manchmal treten sogar mehrere Anfälle an einem Tage auf. Ausserdem nahm ein, bereits seit Mitte Juni bemerkter Räudeähnlicher Ausschlag immer mehr zu, so dass der Hund am 8. Juli getödtet wurde.

Section: An Stelle des heraus trepanirten Knochenstücks eine sehr derbe bindegewebige Masse die der Haut, den Rändern des Knochens und der Dura, sowie dem Gehirne fest adhärirte; darunter ein bräunlicher Erweichungsheerd von einer weissen, erweichten fast Haselnussgrossen Partie umgeben. Anderweitige Veränderungen insbesondere an den Häuten fehlen.

Versuch II. Einem kleinen Hunde wurde am 30. VII. 71. das durch Trepanation frei gelegte Centrum für die rechte Vorderextremität kauterisirt,[1]) ohne dass die Pia vorher abgetragen worden wäre; sodann wurde die Wunde mit Ausnahme des unteren Wundwinkels zugenäht. Unmittelbar nach der Operation zeigt das Thierchen auf dem rechten Vorderbeine die gewöhnlichen Störungen des Muskelbewusstseins, ausserordentlich stark ausgeprägt. Ausserdem werden etwa ½ Stunde lang absatzweise, tonische Extensionsbewegungen der Extremität beobachtet. Die hintere Extremität zeigt geringe Störungen des Muskelbewusstseins.

31. VII. Kein Fieber, Fresslust, das Secret hat freien Abfluss.

2. VIII. Das Hinterbein zeigt nichts Abnormes mehr, das Vorderbein wie früher.

3. VIII. Vorderbein wird schon nicht mehr so ungeschickt aufgesetzt, die Wunde ist heut zum Theil aufgebrochen.

18. VIII. Nach längerer Eiterung die Wunde allmählig geheilt, die Störungen des Muskelbewusstseins auch in der vorderen Extremität ziemlich geschwunden. Nur ist dieselbe immer etwas mehr nach Innen rotirt, so dass das Kniegelenk mehr nach Aussen vom Rumpfe absteht, ausserdem rutscht das Thier stets mit dem rechten Beine nach Aussen und Vorn davon, wenn es, durch die Leine zurückgehalten, nach der Speise drängt. Plötzlich ein wohlcharakterisirter, circa eine Viertelstunde dauernder epileptischer Anfall. Nach Beendigung desselben stundenlang Krämpfe in der rechten Vorderextremität.

In den nächsten Tagen ist der Hund ausserordentlich schwach, hält die Vorderextremität meist gegen den Leib gezogen und verweigert die Nahrung gänzlich.

21. VIII. Tod.

Section 22. VIII.: Dura und Pia der Convexität links sehr injicirt, Schädelhaut an der Operationsstelle durch eine bindegewebige Masse mit dem Gehirne verwachsen. Andere Verwachsungen, Auflagerungen oder Ergüsse fehlen. An der Operationsstelle weisse Erweichung, in der Mitte keilförmiger brauner Heerd.

---

1) Ueber die von mir angewandte Methode der chemischen und mechanischen Reizung, sowie deren Resultate werde ich an einem anderem Orte ausführlicher berichten.

Versuch III. Einem kleinen braunen Hunde wurde am 13. IX. 71 ein Theil des durch Trepanation freigelegten Centrums für die rechte Vorderextremität exstirpirt und die Wunde durch die Naht vereinigt.

14. IX. Aeusserst heftige Krämpfe, an denen sich immer alle Muskeln der rechten Körperhälfte, die Kau- und Respirationsmuskeln und die Augenmuskeln beider Seiten betheiligen, so dass ein nach Unten gerichteter Nystagmus entsteht. Die Muskeln der linken Körperhälfte betheiligen sich ausnahmsweise. Die Anfälle werden durch kurzes Geschrei und Bellen eingeleitet und unterbrochen, während derselben Schaum vor der Schnauze. Auf die Pupillen wurde nicht geachtet. Tod an demselben Tage um 2 Uhr Mittags.

Section um 3 Uhr. Etwas aber sehr wenig blutig-wässerige Flüssigkeit zwischen Schädel und Haut, so dass nicht einmal eine Anschwellung der Stelle äusserlich wahrzunehmen war. Die Schädelwunde durch einen geringen Prolapsus cerebri ausgefüllt.

Im Gehirn selbst und an den Häuten mit Ausnahme einer kleinen rothen Erweichung an der Operationsstelle absolut nichts, nicht einmal stärkere Injection.

Versuch IV. Einem etwa 5 Monate alten kleinen Hunde wurde am 30. IV. 73 ein Theil des durch Trepanation freigelegten Centrums für die Hinterextremität exstirpirt und die Wunde durch die Naht vereinigt. Störungen des Muskelbewusstseins sind nach der Operation sehr unbedeutend, übrigens in der Vorderextremität noch eher deutlich als an der hinteren Extremität.

Die Wunde heilt unter Eiterung langsam.

16. V. Anfall von wohlcharakterisirten, epileptischen Krämpfen, der sich am 17. und von da an bis zum 18. Morgens, wo der Tod erfolgte, fast unaufhörlich wiederholte.

Section: 18. V. Hautwunde fast vernarbt. An der Stelle des Knochendefects noch weiches Granulationsgewebe. Die Dura der rechten Schädelhälfte nirgends adhärent und auch sonst durchaus normal. Die Dura der linken Schädelhälfte überall, besonders nach Hinten zu weisslich getrübt, erheblich verdickt, an der Innenfläche mit sehr zahlreichen kleineren und grösseren Blutextravasaten und Gefässramificationen bedeckt, jedoch der Pia nicht adhärent. Beim Anschneiden der Membr. atlanto-occip. fliesst eine nicht erhebliche Menge Cerebrospinalflüssigkeit und etwas Blut ab. Ueber dem linken Kleinhirn dicht am Tentorium und der Mittellinie ein etwa 2,5 Cm. langes, 3 Mm. breites Coagulum. Die Pia der Basis ebenfalls getrübt, um die grösseren Gefässe herum etwas serös infiltrirt.

Entsprechend der Trepanationsstelle gelbliche Färbung der Rinde und im Centrum derselben ein braunröthlicher 4—5 Mm. in die Tiefe reichender Infarct. In den Ventriceln keine Flüssigkeit, deren Ependym rein weiss.

Bei drei von diesen vier Versuchsthieren liegen die Verhältnisse so klar und uncomplicirt wie möglich. Der Heerd in der Rinde zog nach kürzerer oder längerer Zeit den epileptiformen Anfall nach sich,

die Section ergab makroskopisch keine anderen Resultate, welche das Krankheitsbild hätten erklären können. In dem vierten Falle fand sich freilich eine frische hämorrhagische Meningitis, indessen geht aus dem Befunde der drei anderen Sectionen hervor, dass die Entzündung der Häute nicht den nothwendigen Factor ausmacht, sondern als accidentell zu betrachten ist.

Ich glaube, dass die Resultate dieser Versuche in der That dazu ausreichen, die gestellte Frage bejahend zu beantworten: Verletzung der Hirnrinde kann Epilepsie nach sich ziehen. Aber hiermit ist der Gegenstand nicht erschöpft, sondern erst angeregt. Welche Theile der Rinde reagiren in dieser Weise? Welches sind die Bahnen der secundären Degeneration? Führen diese, wie nach Meynert zu erwarten wäre, durch das Ammonshorn? Lässt sich der Weg anatomisch in die Medulla oblongata verfolgen? Das sind die nächsten Fragen von brennendstem Interesse, welche sich aufdrängen. Ich hoffte ihre Lösung wenigstens zum Theil selbst unternehmen zu können. Da die Aussicht hierauf indessen gering wird, begnüge ich mich mit dem bescheidenerem Verdienste, sie anzuregen.

Druck von G. Bernstein in Berlin.

Tabelle I.[1]

Einströmungsstellen.	Schluss und Dauer.		Oeffnung.	
	Scheinbewegung.	Wirkliche Bewegung des Körpers.	Scheinbewegung.	Wirkliche Bewegung des Körpers.
Anode rechte — Kathode linke Fossa mastoidea. →	Von rechts nach links. ↘	Nach rechts.	Von links nach rechts. ↙	Nach links.
Anode rechte Fossa mastoidea — Kathode rechte Fossa supraclavicularis. ↓	Von rechts nach links. ↘	Nach rechts.	Von links nach rechts. ↙	Nach links.
Anode rechte Fossa supraclavicularis. Kathode rechte Fossa mastoidea. ↑	Von links nach rechts. ↙	Nach links.	Von rechts nach links. ↘	Nach rechts.

Tabelle II.[1]

	Anode rechts — Kathode links. →		Anode links — Kathode rechts. ←	
	rechtes Auge.	linkes Auge.	rechtes Auge.	linkes Auge.
Lähmung des rechten Oculomotorius.	↘	↘	←	↙
Lähmung des rechten Abducens.	→	→	↙	←

1) Alle Pfeile sind auf das Gesicht der Versuchsperson gezeichnet zu denken.

